

ANÁLISE AUTOMÁTICA DOS DADOS DO LANDSAT NO LEVANTAMENTO DA VEGETAÇÃO
NATURAL E USO ATUAL NA ÁREA PILOTO DE BARREIRINHA/AM.

L.C.S. de Aquino

Centro de Desenvolvimento, Pesquisas e Tecnologia do Estado do Amazonas

CODEAMA

Rua Emílio Moreira, 1308 - Manaus-AM-Brasil

Y.E. Shimabukuro, J.R. dos Santos

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

Caixa Postal 515 - 12200 - São José dos Campos - SP - Brasil

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido pela Comissão Estadual de Planejamento Agrícola (CEPA/AM) e o Instituto de Pesquisas Espaciais (CNPq/INPE), tendo como objetivo verificar a viabilidade de utilização de dados digitalizados do sensor MSS/LANDSAT, através de análise automática no mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra. A área piloto, localizada no município de Barreirinha, Estado do Amazonas, está compreendida entre as coordenadas 57900' a 57920' W e 2940' a 3900'S. Foram utilizados os dados contidos nas fitas CCT correspondentes à órbita 318 (ponto 14) e coletados nas passagens de 07/07/76 e 15/07/78. A análise automática realizada no sistema IMAGE-100 constou do seguinte procedimento: demarcação da área de estudo e ampliação na escala de 1:100.000 no vídeo do sistema; aplicação dos programas "SINGLE-CELL" (para verificar previamente as assinaturas espectrais das classes mapeadas) e "MAXVER" (que permite obter os parâmetros espectrais, a matriz de covariância das classes e a matriz de classificação). Empregou-se o programa "UNIFORMIZAÇÃO DE TEMAS" para melhorar os resultados da classificação no vídeo do IMAGE-100. Os resultados obtidos das fitas CCT apresentaram alta correlação com os dados de campo e a comparação das informações de 1976 e 1978 permitiu mostrar a expansão agropecuária, bem como o sentido por ela tomado na área de estudo. Assim pode-se concluir que pelo tipo de levantamento realizado nesta área piloto, esta abordagem pode ser utilizada nas demais áreas-programa do Projeto de Desenvolvimento Rural Integrado (PDRI) do Estado do Amazonas.

ABSTRACT

This study was jointly developed by the Agricultural Planning Commission of the State of Amazonas (CEPA/AM), and the Space Research Institute (CNPq/INPE) of São José dos Campos. The investigation had the purpose of determining the viability of using computerized data generated by MSS/LANDSAT sensor for automatic analysis of vegetation cover and land use mapping. The study was conducted for a pilot area located in the Barreirinha county, in the State of Amazonas in Northern Brazil. The area was comprised by the following coordinates, 57900' to 57920'W, and 2940' to 3900'S. The images data used in the investigation came from CCT tapes recorded during LANDSAT's path on orbit 318 (point 14) effective July 1976 and 1978 respectively. The automatic analysis was carried out through IMAGE-100 computer system, according to the following steps: first, delimitation of study area enlarged to a 1:100,000 scale on the video system, second, use of SINGLE-CELL program in order to pre-determine spectral signatures and mapped classes, and third the use of MAXVER system, which allows the generation of spectral parameters, class covariation matrix, and classification matrix. The Theme Uniformization program was then used, with the objective to enhance products derived from IMAGE-100 video classification. The information thus provided by CCT showed high correlation when compared with field data. The analysis of imagery in two distinctive periods, 1976 and 1978, revealed the size of expansion of

agriculture and cattle raising activities, as well as the direction of such growth. Therefore it is possible to use this approach to determine the pattern of various land uses in the pilot area of Barreirinha.

1 - OBJETIVO GERAL:

Verificar a viabilidade de utilização de dados digitalizados do sensor MSS do LANDSAT, através de interpretação automática, para o Mapeamento de Vegetação e Uso Atual da Terra na Área Piloto de Barreirinha, Estado do Amazonas.

2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.1 - Mapeamento de vegetação e uso atual da terra visando o planejamento das atividades agrícolas para o PDRI-AMAZONAS;

2.2 - Cálculo da área das unidades mapeadas que permite avaliar a degradação do ambiente natural, através de interpretações seqüenciais (anuais);

2.3 - Trabalho de campo para a checagem das unidades mapeadas, avaliação e correção dos resultados obtidos na análise automática (SISTEMA IMAGE-100/INPE-CNPq);

2.4 - Desenvolvimento de um sistema de transferência de informação temática, para uma base cartográfica confiável (mapas planimétricos - escala 1:100.000);

2.5 - Capacitação de técnicos do Estado do Amazonas a utilizarem técnicas de sensoriamento remoto no levantamento e controle racional dos recursos naturais.

3. RELEVÂNCIA DOS OBJETIVOS:

Este documento surgiu com a necessidade de se estabelecer um método moderno e eficiente que permitisse identificar, com a maior precisão, a cobertura vegetal e o uso atual, das áreas selecionadas pelo Projeto de Desenvolvimento Rural Integrado do Estado do Amazonas (PDRI-AM), visando com isto, o planejamento racional das atividades agrícolas propostas pelo Projeto e a confecção de mapas planimétricos, 1:100.000, destas áreas. Para tanto, a equipe de Recursos Naturais do Estado do Amazonas, (CEPA-AM/CODEAMA), encarregada de indicar práticas conservacionistas necessárias ao bom desempenho do Projeto, propôs, que o Instituto de Pesquisas Espaciais assumisse a execução do Mapeamento de Vegetação e Uso da Terra da Área Piloto de Barreirinha/Amazonas, especialmente escolhida para este fim. A partir daí, montou-se uma equipe conjunta de trabalho que realizou integralmente todo o levantamento, tendo verificado os excelentes resultados durante a checagem

de campo (verdade terrestre), realizada em dezembro de 1981. O bom índice de acerto obtido na verificação das unidades mapeadas (trabalho de campo), comprova a viabilidade de se adotar produtos do Satélite LANDSAT no monitoramento dos recursos naturais renováveis na região Amazônica, permitindo, em nosso caso específico, fiscalizar, inclusive, a realização de desmatamentos irregulares, através do uso seqüencial destes produtos. Desta maneira, poder-se-á, ano a ano, informar o estágio de evolução do PDRI/AM, colaborando decisivamente para o bom uso dos recursos naturais nas áreas selecionadas e para o bem estar das comunidades rurais beneficiadas.

4 - DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO:

A área Piloto de Barreirinha utilizada para o levantamento de recursos naturais, foi escolhida com o intuito de representar, da melhor forma possível, os ecossistemas existentes na região do Médio-Amazonas, onde se localiza a área selecionada do município, para o PDRI/AM. Portanto, o critério que norteou a escolha da área de estudo foi determinado pelo Paraná do Ramos, principal via de acesso, navegável o ano todo, que coincidentemente demarca de forma grosseira, os limites entre a planície aluvial do Rio Amazonas (várzeas amazônicas) e os planaltos rebaixados da Amazônia (Terra Firme). Desta forma, em termos percentuais, calculou-se a distribuição aproximada das zonas ecológicas presentes na área piloto, que é a seguinte: 55% de Terra Firme; 32% de Várzeas; e 13% de Rios, Lagos e Igarapés.

A área de estudo (Figura 1) possui uma extensão de 196 Km², distribuídas irregularmente em torno da comunidade de Terra Preta do Limão, que dista cerca de 400 km da cidade de Manaus, em viagem de barco. Aliás este é o único meio de transporte utilizado para atingir a área e para se executar a maior parte do trabalho de campo, uma vez que a rede de transporte terrestre existente se resume a, apenas, uns 10 km, no trecho entre Terra Preta do Limão e a Vila do Moura. Outra importante via de acesso considerada para a escolha da área foi sem dúvida, o rio Andirá. Trata-se de um rio de águas escuras (negras), sem sedimentos em sua pensão, contrastando bastante do Paraná do Ramos, cujas águas barrentas, transportam grande quantidade de nutrientes que fertilizam as várzeas durante as grandes cheias. Esta dife

rença entre estes dois cursos d'água, caracteriza, também, a presença ou ausência de várzeas, bem como, influência direta no tipo de solo e na cobertura vegetal das áreas próximas a estes rios. Este fato pode ser observado na foto (DICOMED) da interpretação automática do Sistema I-100 (Figura 2).

Em termos de ocupação, confirmou-se claramente, na área de estudo, a tendência histórica do homem amazônico, em habitar à margem dos principais rios, se dedicando em especial à pesca e ao cultivo de culturas alimentares de subsistência (milho, feijão, mandioca, banana, olerícolas e outras fruteiras). Notou-se também, ao longo dos rios, o plantio de juta, malva (fibras industriais) e as pastagens extensivas. Entretanto, recentemente, uma parte da população foi engajada no progra

ma Nacional da Seringueira (PROBOR II), fato que modificou um pouco os hábitos regionais, fazendo com que os habitantes locais se voltassem para o cultivo de culturas perenes em terra firme: seringueira e guaraná, este devido aos altos preços de mercado. Esta mudança tem provocado grandes desmatamentos ao longo da estrada Terra Preta do Limão/Vila do Moura, que estão registradas dentre as unidades mapeadas. O sistema itinerante de ocupação agropecuária sugere o surgimento das capoeiras, em terra firme, e dos embaubais (*Cecropia sp.*), nas várzeas; ambas classificadas como vegetação secundária. Em suma, este é o quadro geral da Área Piloto do município de Barreirinha, na qual devem ser implementados trabalhos de aproveitamento racional de recursos naturais, visando ser o modelo adequado ao manejo dos 11.600 Km², fixados pelo Projeto de Desenvolvimento Rural Integrado do Estado do Amazonas (PDRI/AM).

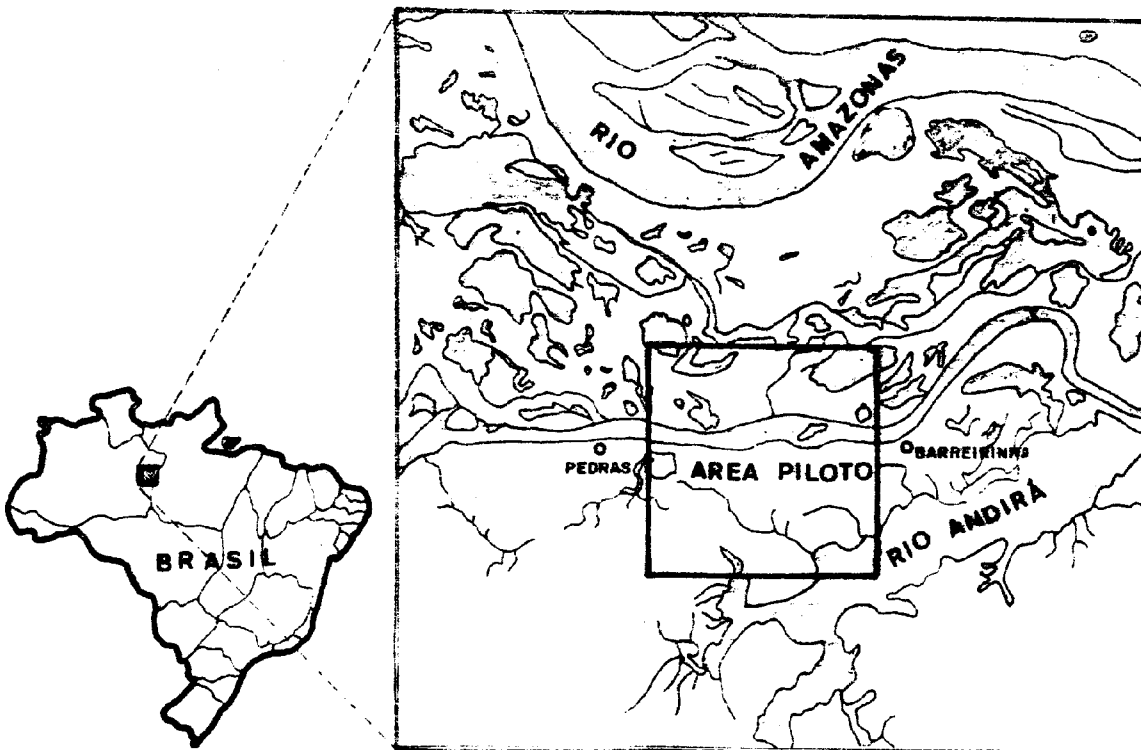


Fig. 1 - Localização da área de estudo - Área Piloto de Barreirinha

5. MATERIAL E EQUIPAMENTOS:

5.1 - Sistema Image-100 (I-100)

A principal função do I-100 é extrair in formações de imagens multiespectrais. Entretanto, tem como função secundária a capacidade de realçar essas imagens permitindo destacar contrastes entre os alvos de interesse (GENERAL ELECTRIC COMPANY, 1975). Portanto o I-100 é um analisador interativo usado para fazer a classificação automática.

5.2 - Fitas CCT

A fita CCT é uma matriz de pontos que representa e define uma imagem. No caso do MSS do LANDSAT, o elemento mínimo de resolução (Pixel) é caracterizado pela intersecção das linhas e colunas desta matriz, que representa no solo um retângulo de aproximadamente, 79m x 57m. Foram utilizados dois conjuntos de fitas magnéticas digitalizadas compatíveis com o computador, correspondentes as passagens de 07.07.76 e 15.07.78 da órbita 318/ponto 14.

5.3 - Material Cartográfico

Carta planimétrica na escala de 1:250.000
Carta planimétrica na escala de 1:100.000

5.4 - Material Bibliográfico

Consultas bibliográficas referentes à área de estudo e ao método utilizado para o mapeamento de vegetação e uso da terra da área piloto de Barreirinha/Amazonas, através de técnicas de sensoriamento remoto.

5.5 - Material Fotográfico e Equipamentos de Campo.

5.6 - Material de Escritório.

6. INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA:

A interpretação automática para o mapeamento de vegetação e uso da terra, foi realizada através do Sistema Interativo de Análise de Imagem Multiespectral (IMAGE-100), conforme os seguintes procedimentos:

- . Armazenamento dos valores de níveis de cinza na memória do IMAGE-100;
- . Projeção e delimitação da área Piloto de Barreirinha, na escala de 1:100.000, na tela do Sistema IMAGE-100;
- . Determinação de classes de cobertura vegetal a serem individualmente distinguidas (unidades mapeadas);

- . Utilização dos programas de classificação (SINGLE-CELL e MAXVER) e avaliação dos resultados.

6.1 - Métodos de Interpretação Automática Utilizados

- . Algoritmo de Classificação 1-CELL SIGACQ

Este método, também conhecido como método do paralelepípedo, foi aplicado nos dois conjuntos de fitas magnéticas digitalizadas (CCT-76/78), possibilitando, com isto, a comparação do progressivo aumento da expansão agrícola e a interferência do teor da umidade da resposta espectral dos alvos. Basicamente ele oferece a assinatura espectral da célula única e mostra a distribuição de frequência dos valores de níveis de cinza (histogramas unidimensionais) dos quatro canais do MSS, que é fundamental para a realização da análise automática.

- . Algoritmo de Classificação MAXVER

O método de verossimilhança (MAXVER) foi aplicado, apenas, na passagem de 15 de julho de 1978. Ele permite, através do algoritmo utilizado, avaliar o grau de superposição entre as classes mapeadas, uma vez que, os valores médios de cinza estão nele representados. Entretanto, para a perfeita realização deste processo é preciso grande conhecimento da "verdade terrestre"; sendo assim, após a realização do trabalho de campo fez-se uma reavaliação dos resultados obtidos para refinamento da classificação efetuada.

6.2 - Produto Final do Sistema I-100

Uma vez obtidas as assinaturas espectrais das diversas classes mapeadas na área de estudo, avaliou-se qualitativamente o grau de confiabilidade da interpretação com base no conhecimento da "verdade terrestre", desta feita, o produto final da análise automática foi o seguinte:

- . Fotografia (DICOMED);
- . Slides; e
- . Printout (mapas temáticos alfanuméricos).

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Classes Mapeadas (Figura 2):

- a) Rio de água preta (rio Andirá e lagos da planície aluvial do rio Amazonas);
- b) Rio de água branca (Paraná do Ramos);

- c) Floresta Equatorial densa da terra firme;
- d) Áreas inundáveis, incluindo aninga (*Montrichardia arborescens*/Araceae), vegetação hidrófila da várzea baixa;
- e) Campos de várzea;
- f) Áreas de ocupação agrícola;

g) Vegetação secundária.

8- CÁLCULO DE ÁREA

De acordo com o sistema IMAGE-100, é o seguinte o cálculo das áreas mapeadas (Tabela 1) na área piloto de Barreirinha, correspondente à passagem de 15 de julho de 1978, pelo processo MAXVER.

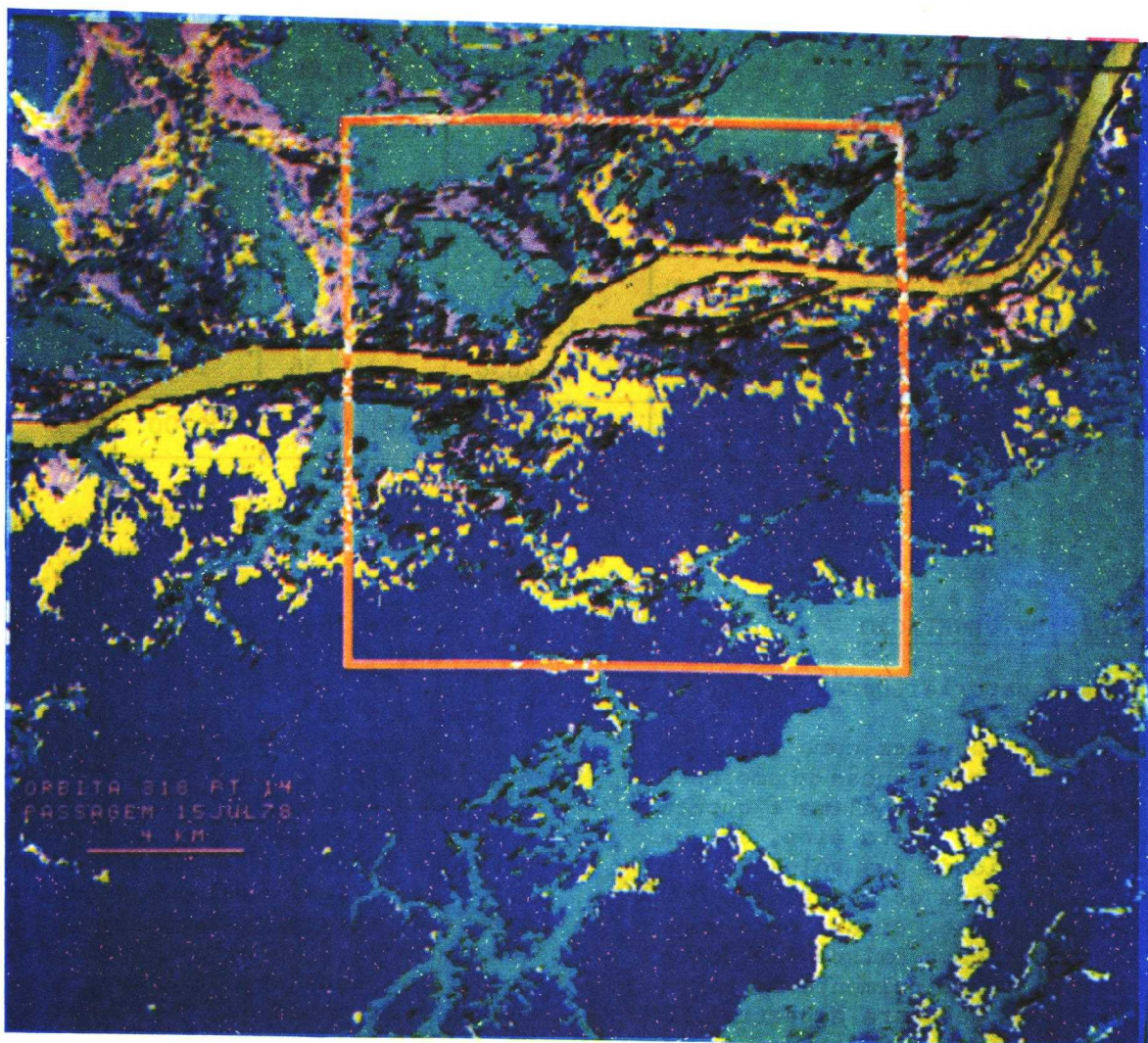


Fig. 2 - Fotografia do resultado (DICOMED), obtido no Sistema IMAGE-100, após realizada a classificação automática.

- rio de água preta (Rio Andirá) (cor azul claro)
- rio de água branca (Paraná do Ramos) (cor bege)
- floresta equatorial densa (cor azul escuro)
- áreas inundáveis, incluindo aningais (*Montrichardia Arborescens*) (cor rosa)
- campos de várzea (cor cyan)
- áreas de ocupação agrícola (cor amarela)
- vegetação secundária (cor preta)

TABELA 1

CÁLCULO DE ÁREAS DAS UNIDADES MAPEADAS

C L A S S E	KM ²	ha	%
. Água Preta	19,9648	1.996,48	10,19
. Água Branca	7,7009	770,09	3,93
. Floresta Densa	83,3950	8.339,50	42,55
. Área inundada, vegetação Hidrófila de Várzea Baixa	14,2625	1.426,25	7,28
. Campos de Várzea	15,1810	1.518,10	7,75
. Área Agrícola	20,0537	2.005,37	10,23
. Vegetação Secundária	31,9785	3.197,85	16,32
. Área não classificada	3,4636	346,36	1,75
T O T A L	196,0000	19.600,00	100,00

9. CARACTERÍSTICAS DE VEGETAÇÃO

9.1 - Floresta Equatorial Densa de T.F.

A exuberante vegetação, bem como a grande variedade de espécies é função do ambiente ecológico reinante, onde o clima é quente e a umidade relativa é muito alta, em que pese a baixa fertilidade dos solos. Portanto, é devido à dinâmica do equilíbrio biológico solo-planta-solo, criado pelo ambiente, que se justifica a existência deste tipo de floresta, principalmente em terra firme. Em termos de resposta espectral, a floresta equatorial densa de terra firme e a floresta equatorial de várzea têm o mesmo comportamento, sendo entretanto diferenciadas no trabalho de campo e nas análises das associações vegetais.

Espécies Florestais Importantes:

.Abiorana	<i>Fouteria sp</i>
.Acariquara	<i>Minuartia punctata</i>
.Sucupira	<i>Diploptropis purpurea</i>
.Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>
.Cumaru	<i>Dipterix odorata</i>
.Louro	<i>Ocotea sp</i>
.Castanha do Brasil	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.
.Muiratinga	<i>Maquira sclerophylla</i>
.Etc...	

9.2 - Áreas Inundadas e/ou Sujeitas à Inundação

Compõem a planície aluvial do Rio Amazonas, e determinam, respectivamente, as várzeas baixas e altas, sendo que, uma das características principais das áreas inundadas (várzea baixa) classificadas neste trabalho é a presença frequente de aningais (*Montrichardia arborescens/família-araceae*) associadas aos campos de várzea (gramíneas), que ocorrem ao longo dos rios e lagos (Figura 3). Nas áreas sujeitas à inundação (várzeas altas) estão situadas as moradias, as florestas equatoriais de várzea e grandes embaubais (vegetação secundária) decorrentes de ocupação agropecuária.

9.3 - Campos de Várzea

Estas formações recobrem áreas sedimentares da planície de inundação do Rio Amazonas e seus afluentes, sendo alagáveis durante o período das cheias e servindo de pastagens extensivas durante os períodos de vazante. A vegetação herbácea e graminóide compõe a paisagem deste complexo aluvial, no qual destacam-se plantas hidrófilas de grande importância para a pecuária regional. São elas:

Canarana Fluvial	<i>Echinochloa polystachya</i>
Canarana Rasteira	<i>Paspalum rupens</i>

Canarana Rosa
Canarana-Folha-
miúda

Panicum zizanoides

Hymenachne aulexicaulis

Capim mauá
Capim Mori

Luciola spruceaba sp
Paspalum fasciculatum



Fig. 3 - Observe os contatos de vegetação situados próximos ao lago do Está-
cio: campos de várzea (gramíneas)/aningais em áreas inundadas/ flo-
resta equatorial densa.

. Ficha Técnica da Figura 3

- 1 / solo-gley pouco húmico
- 2 / Relevo-plano de várzea
- 3 / vegetação-campos de várzea / aningais / florestas equatorial de várzea
- 4 / uso atual- pastagem extensiva

9.4 - Áreas de Ocupação Agrícola

Grandes áreas desmatadas em terra firme pa-
ra instalação de plantios definitivos de se-
ringueira (*Hevea brasiliensis*) (Figura 4),
segundo a programação estabelecida pelo
PROBOR-II, para a comunidade de Terra Pre-
ta do Limão, município de Barreirinha/AM.
Entretanto, observa-se outras formas de ocu-
pação, caracterizada pela agricultura iti-
nerante, para a produção de farinha de man-
dioca, em terra firme; e pela agricultura
intensiva, para a produção de banana, fei-
jão, milho, juta e malva, nas várzeas.

9.5 - Vegetação Secundária

Decorre, principalmente, da agricultura iti-
nerante, onde o agricultor, devido ao empó-
brecimento dos solos, vai transferindo sua
cultura para áreas novas, abandonando as
antigas, que se transformam em capoeiras.
Esta rotatividade, frequentemente, ocorre
de dois em dois anos na terra firme. As vár-
zeas abandonadas, transformam-se em gran-
des embaubais (*Cecropia sp*), que podem ser
observados ao longo da maioria dos rios da
amazônia, associadas aos campos de várzea.
O Paranã do Limãozinho, por exemplo (Figu-
ra 5) é uma prova bastante significativa
desta realidade.



Fig. 4 - Vista geral do viveiro de seringueira na comunidade de Terra Preta do Limão, Barreirinha/AM.

Ficha Técnica - Figura 4

- . Solo - laterita hidromórfica média argilosa
- . Relevo - plano
- . Vegetação - floresta equatorial densa de T.F.
- . Uso atual - Viveiro de seringueira (heveicultura)

10 - CONCLUSÕES

A aplicação de técnicas de sensoriamento remoto no mapeamento de vegetação e uso da terra da região amazônica é perfeitamente viável, considerando-se que, apesar da diversidade de espécies vegetais, o comportamento espectral do conjunto de ecossistemas é muito bem definido, sendo relativamente pequeno o número de classes mapeadas e insignificantes as regiões de superposição. Notou-se, durante a realização dos trabalhos, a possibilidade de se efetuar análises periódicas, a fim de se acompanhar a evolução dos desmatamentos e as mutações da vegetação. Portanto, é possível através da utilização dos produtos do LANDSAT, que a equipe técnica, além de planejar o uso racional dos recursos naturais renováveis, disponha de um mecanismo seguro que permita fiscalizar a implantação do projeto (PDRI/AM). E foi, justamente, seguindo este raciocínio, que foi indicada a adoção desta técnica, levando-se em conta que pode

mos classificar simultaneamente na escala de 1:100.000, com rapidez e eficiência, uma área de 600 km², sem nenhum acréscimo ou operação extra. Outro fator muito significativo para avaliar a precisão do mapeamento foi, sem dúvida, a grande diversidade fitogeográfica encontrada na Área Piloto de Barreirinha. Este fato nos possibilitou, quando da realização da verificação de campo, observar os diferentes pontos classificados, que iam sendo, comparados com a realidade local. Concluímos que a checagem de campo foi excelente, pois todas as unidades mapeadas foram confirmadas "in loco" (verdade terrestre). Portanto, diante dos resultados obtidos, recomendamos que o Projeto de Desenvolvimento Rural Integrado do Estado do Amazonas - PDRI/AM, eleja, nas outras Áreas-Programa, áreas de estudo, para que sejam realizados levantamentos semelhantes nos quatro municípios selecionados: Parintins, Urucará, Careiro e Manacapuru. Vale ressaltar ainda no mapeamento, a exata "demarcação dos limites" entre a várzea e a terra firme, ecossistemas

importantíssimos no planejamento de qualquer atividade agrícola na região amazônica.

Dados comparativos: EXPANSÃO AGRÍCOLA X DESMATAMENTO.

Na passagem de 07.07.1976, verificou-se que a área de floresta densa era de aproximadamente 96,04 km², correspondendo portanto, a 49% da área total. Baseados neste cálculo,

concluiu-se que o índice de desmatamento entre os anos de 1976 e 1978 atingiu a marca de 12,64 km², ou seja, 6,45% da área total, e que a expansão da área agrícola que passou de 7,56 km², em 1976, para 20,05 km², em 1978, alcançou portanto, um incremento percentual de 165,21%. Estes desmatamentos ocorreram principalmente em terra firme, devido aos projetos de implantação de seringais de cultivo na área piloto.



Fig. 5. Campos de várzea e vegetação secundária (Embaubais) ao longo do Paraná do Limãozinho, Barreirinha/AM.

11 - BIBLIOGRAFIA

ANUTA, P.E.; KRISTOF, S.J.; LEVANDOWIS, I. D. W.; PHILLIPS, T.L.; MCDONALD, R.B. Crop, soil and geological mapping from digitized multispectral satellite photography. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 7., Ann Arbor, MI, 1971. *Proceedings*. Ann Arbor, MI, ERIM, 1971, v.3, p.1983-2016.

ERB, R.B. The utility of ERTS-1 data for applications in agriculture and forestry. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE-1 SYMPOSIUM, 3., Washington, DC, NASA, *Proceedings*. Washington, DC, NASA, 1973, v.1A, p. 75-78.

CARVALHO, V.C. de *Apresentação de uma sistemática para análise de dados multiespectrais*. São José dos Campos, INPE, abr. 1978. (INPE-1227-NTE/115)

HEATH, G.R.; PARKER, H.D. Forest and range mapping in the Houston area with ERTS-1 data. In: NASA. *Symposium on Significant Results Obtained from the Earth Resources Technology Satellite-1*; Proceeding of a Symposium held at New Carrollton, MD, Mar. 5-9, 1973. Washington, DC, 1973, v.1A, p. 167-172. (NASASP - 327).

HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y.E. *Estabelecimento de metodologia para avaliação de povoadamentos artificiais utilizando-se dados do Satélite LANDSAT*. Tese de mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. São José dos Campos, INPE, 1978. (INPE - 1271-TPT/089).

MAXWEL, E.L. Applications of ERTS to rangeland management. In: SHAHROKI, F., ed. *Remote Sensing Earth Resources*. Tullahoma, TN, University of Tennessee, 1975a. v.4, p. 105-135.

Information theory applied to remote sensing. In: SHAHROKHI, F, ed. *Remote Sensing of Earth Resources*. Tullahoma, TN, University of Tennessee, 1975b. V.4, 43-67.

SANTOS, A.P. dos; NOVO, E.M.L.M. *Avaliação do uso de dados do LANDSAT-1 na implantação, controle e acompanhamento de projetos agropecuários do Sudoeste da Amazônia Legal*. Tese de mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. São José dos Campos, INPE, 1977. (INPE-1044-TPT/056).

SIEGAL, B.S.; GOETZ, A.F.H. Effect of vegetation on rock and soil type discrimination. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 43 (2): 191-196, 1977.