

1. Publicação nº <i>INPE-2701-NTE/199</i>	2. Versão	3. Data <i>Abril, 1983</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DDS/DPA</i>	Programa <i>CODEAMA</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>VEGETAÇÃO                      SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL</i> <i>USO DA TERRA                ÁREAS PROGRAMAS DO PDRI/AM</i>			
7. C.D.U.: <i>528.711.7:631.47(811.32)</i>			
8. Título <i>INPE-2701-NTE/199</i> <i>AVALIAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA</i> <i>NAS ÁREAS PROGRAMAS DO PDRI-AM ATRAVÉS DA</i> <i>TÉCNICA DE SENSORIAMENTO REMOTO</i>		10. Páginas: <i>74</i>	
		11. Última página: <i>67</i>	
9. Autoria <i>João Roberto dos Santos</i> <i>Armando Pacheco dos Santos</i> <i>Luiz Carlos Sérvulo de Aquino (*)</i>		12. Revisada por <i>Yosio E. Shimabukuro</i> <i>Yosio Edemir Shimabukuro</i>	
Assinatura responsável <i>João Roberto dos Santos</i>		13. Autorizada por <i>Parade</i> <i>Nelson de Jesus Parada</i> <i>Diretor</i>	
14. Resumo/Notas <p><i>Neste trabalho é feita a avaliação da cobertura vegetal e uso da terra nas áreas programas do PDRI-AM, utilizando os dados digitalizados do MSS/LANDSAT aliados às informações de campo. A metodologia adotada no estudo das áreas-piloto de Barreirinha, Careiro e Urucarã, também é apresentada. Na análise destas áreas foram identificadas as seguintes classes: floresta equatorial densa de terra firme, floresta equatorial de várzea, floresta de igapô, vegetação secundária, campos de várzea, aningais, campina amazônica, ocupação agropecuária, solo exposto, rios de água barrenta e de água preta. São discutidos os parâmetros espectrais das classes e a matriz de classificação, obtidos do algoritmo classificatório MAXVER (máxima verossimilhança). Como conclusão deste trabalho pode-se reafirmar a importância de utilização dos dados LANDSAT no conhecimento e distribuição espacial dos tipos de vegetação e das áreas de ação antrópica. Na análise conjunta das áreas-piloto, concluiu-se que a região do Careiro tem um elevado potencial a ser explorado para fins agropecuários, comparado às demais, enquanto Urucarã é uma área expressiva em termos de potencial madeireiro.</i></p>			
15. Observações (*) <i>Técnico do Centro de Desenvolvimento, Pesquisa e Tecnologia do Estado do Amazonas - CODEAMA.</i> <i>Trabalho realizado em conjunto CNPq/INPE - CODEAMA.</i>			

### ABSTRACT

*In this work an evaluation of the vegetation cover and land use is made on the program-areas of the PDRI-AM, by means of digitized MSS/LANDSAT data aided by ground information. It also presents the methodology adopted in the study of the pilot-areas of Barreirinha, Careiro and Urucarã (Amazonas State). In the analysis of these, the following classes were identified: upland dense equatorial forest, lowland equatorial forest, wetland forest ("igapô"), natural vegetation regrowth, lowland ranges, Montrichardia arborescens stand ("aningais"), "campina", agricultural and pasture areas, bare soil, rivers of white waters and rivers of dark waters. The spectral parameters of the classes and the classification confusion matrix obtained by the maximum likelihood decision rule based classification algorithm "MAXVER" are discussed. As a conclusion of this work one can affirm the importance of the utilization of LANDSAT data to the study and description of the spatial distribution of vegetation types and human influenced areas. In the joint analysis of the pilot-areas, it was concluded that the Careiro region has the highest agricultural and "cattle raising" potential, while Urucarã is expressive as a timber-logging area.*

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE TABELAS .....	vii
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u> .....	1
<u>CAPÍTULO 2 - MATERIAL E MÉTODOS</u> .....	3
2.1 - Material .....	3
2.1.1 - Produtos do LANDSAT .....	3
2.1.2 - Equipamento .....	4
2.1.3 - Material Complementar .....	4
2.2 - Métodos .....	5
2.2.1 - Metodologia de Análise Automática .....	5
2.2.2 - Metodologia do Trabalho de Campo .....	9
<u>CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS-PILOTO</u> .....	11
3.1 - Área-piloto de Barreirinha .....	11
3.2 - Área-piloto do Careiro .....	15
3.3 - Área-piloto de Urucarã .....	19
<u>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> .....	25
4.1 - Legenda .....	25
4.2 - Resultados da Análise Automática .....	42
4.2.1 - Área-piloto de Barreirinha .....	43
4.2.2 - Área-piloto do Careiro .....	49
4.2.3 - Área-piloto de Urucarã .....	57
<u>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES</u> .....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65

## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
3.1 - Mapa de localização da área-piloto de Barreirinha .....	12
3.2 - Contato entre a vegetação de várzea e aquela localizada na terra firme .....	13
3.3 - Planície aluvial do rio Amazonas, situada entre a Ilha do Sapo e o Paranã de Urucarazinho .....	14
3.4 - Plantio de seringueira ( <i>Hevea brasiliensis</i> ) em Vila Cametã.	15
3.5 - Mapa de localização da área-piloto do Careiro .....	16
3.6 - Implantação de projetos agropecuários localizados na estrada vicinal que liga Manaus a Nova Olinda do Norte .....	17
3.7 - Plantio de milho localizado na estrada BR-080 (Manaus - Nova Olinda do Norte) .....	18
3.8 - Mapa de localização da área-piloto de Urucarã .....	20
3.9 - Pastagens artificiais às margens do Taboari Grande .....	21
3.10 - Aspecto da colônia Boa Esperança .....	22
3.11 - Plantio de guaraná localizado na área de Boa Esperança ...	23
4.1 - Aspecto da floresta equatorial densa de terra firme na área-piloto de Urucarã .....	26
4.2 - Floresta equatorial de várzea na área-piloto do Careiro, às margens do Lago Anveres .....	32
4.3 - Aspecto da área inundável próxima ao Paranã de Curari, no km 8 da BR-319 (Careiro/AM) .....	36
4.4 - Árvores mortas devido ao regime forçado das inundações ....	37
4.5 - Croqui da localização geográfica da formação de campina ...	39
4.6 - Área de solo exposto na estrada do Anveres (área-piloto do Careiro) .....	40

## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
4.1 - Levantamento florístico da floresta de terra firme na área-piloto de Barreirinha .....	28
4.2 - Levantamento florístico da floresta de terra firme na área-piloto do Careiro .....	29
4.3 - Levantamento florístico da floresta de terra firme na área-piloto de Urucará .....	30
4.4 - Matriz de classificação da área-piloto de Barreirinha ....	44
4.5 - Valores médios dos níveis de cinza por canal do MSS/LANDSAT .....	45
4.6 - Área ocupada pelas classes identificadas na área-piloto de Barreirinha .....	47
4.7 - Matriz de classificação da área-piloto do Careiro .....	50
4.8 - Valores médios dos níveis de cinza por canal MSS/LANDSAT..	52
4.9 - Área ocupada pelas classes identificadas na área-piloto do Careiro .....	53
4.10 - Matriz de classificação da área-piloto de Urucará .....	58
4.11 - Valores médios de níveis de cinza por canal do MSS/LANDSAT	59
4.12 - Área ocupada pelas classes identificadas na área-piloto de Urucará .....	61

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

O planejamento de atividades agropastoris de grandes áreas localizadas sobre ecossistemas naturais, cujo equilíbrio é muito instável, como na região Amazônica, deve ser realizado sobre informações recentes e confiáveis. Uma experiência dessa natureza não pode colocar em risco o valioso potencial da floresta Amazônica, principalmente quando se pretende fiscalizar o uso inadequado dos recursos naturais renováveis.

Uma das condições impostas para se fazer o monitoramento de recursos naturais de uma região é a necessidade de obter dados sequenciais que mostram a evolução e/ou administração indevida do capital empregado na utilização desses recursos. Neste contexto, a utilização do sensoriamento remoto a nível orbital tem-se mostrado uma ótima ferramenta, principalmente em regiões de difícil acesso, onde são realizados grandes desmatamentos e queimadas, sem nenhuma preocupação ecológica ou programa definido.

Este trabalho tem como objetivo principal o levantamento da vegetação e uso da terra através da análise automática dos dados digitalizados do LANDSAT, em conjunto com as observações obtidas no campo. A metodologia utilizada foi repetida para três áreas-piloto, situadas nos municípios do Careiro, Urucará e Barreirinha, no Estado do Amazonas. Essas áreas selecionadas, que fazem parte do Projeto de Desenvolvimento Rural Integrado do Estado do Amazonas (PDRI-AM), apesar de serem ecologicamente semelhantes, divergem entre si pela forma e pela intensidade do processo de ocupação ao longo do tempo. Diante da diversidade de situações, tanto no aspecto fisiográfico quanto nos aspectos sócio-econômicos das áreas de interesse, torna-se de fundamental importância o mapeamento temático da vegetação e uso da terra. Posteriormente, tal produto deverá ser utilizado como ferramenta no planejamento integrado dessas áreas, uma vez que todas as informações coletadas servirão de subsídios para o conhecimento da distribuição das áreas sujeitas à ação antrópica e da tipologia florestal.

Ao se optar pela utilização da análise automática dos dados digitalizados do LANDSAT para o mapeamento da vegetação natural e uso da terra, foi adotado um processo usado por vários pesquisadores com resultados satisfatórios (Miller and Williams, 1978; Piirvee and Braun, 1978; Campbell, 1981; Aquino et alii, 1982). A adoção desta técnica é justificada devido à grande complexidade dos ecossistemas amazônicos envolvidos e a inexistência de mapeamento da vegetação em escala compatível aos interesses do PDRI/AM.

## CAPÍTULO 2

### MATERIAL E MÉTODOS

#### 2.1 - MATERIAL

A seguir, são apresentados os produtos do LANDSAT utilizados na execução do referido estudo, bem como o equipamento de análise dos dados imageados e os materiais tidos como suporte, referentes até mesmo à etapa de campo.

##### 2.1.1 - PRODUTOS DO LANDSAT

Foram empregados os dados coletados pelo sensor MSS (Multispectral Scanner System) na forma digitalizada, contidos nas fitas compatíveis com o computador (CCT). Estes dados do MSS abrangem os 4 canais, assim discriminados:

- . canal 4: 0.5 a 0.6  $\mu\text{m}$ ;
- . canal 5: 0.6 a 0.7  $\mu\text{m}$ ;
- . canal 6: 0.7 a 0.8  $\mu\text{m}$ ;
- . canal 7: 0.8 a 1.1  $\mu\text{m}$ ;

As CCTs que cobrem as áreas de estudo correspondem às órbitas do Sistema de Referência Brasileiro 346 (ponto 14) para a região do Careiro e 318 (ponto 14) para as regiões de Urucará e Barreirinha, nas datas de 26.06.81 e 16.06.80, respectivamente.

O uso de dados digitalizados tem-se tornado frequente, principalmente em levantamentos na Região Amazônica, podendo-se citar os trabalhos de Santos e Novo (1977), Danjoy e Sadowski (1978), Shimabukuro et alii (1982) e Pinto et alii (1979).

Por fornecer a máxima informação radiométrica, sem perda de informação temática que pode acontecer no caso do processamento fotográfico, os dados do LANDSAT na forma digitalizada são empregados,

também, como fonte importante de informação no levantamento ecológico de determinada região (Campbell, 1981) e na detecção e monitoramento de mudanças no uso da terra em áreas florestadas (Joyce et alii, 1980).

### 2.1.2 - EQUIPAMENTO

Para análise das CCTs foi utilizado o sistema IMAGE-100, um analisador interativo de imagens multiespectrais (General Electric Company, 1975). Este sistema permite a classificação da cena ponto a ponto, espectralmente, possuindo uma série de programas para realçar os alvos a serem discriminados e para melhorar os resultados da classificação quando necessário. Possui, em sua composição, um vídeo (tela de televisão) que permite ao analisador verificar a área de estudo, bem como sua classificação temática, cujo resultado final pode ser obtido através da impressora na forma de mapas alfanuméricos (print outs) ou através de fotografias e "slides" obtidos diretamente da tela do sistema.

### 2.1.3 - MATERIAL COMPLEMENTAR

Para a execução deste tipo de levantamento foram necessários os materiais abaixo mencionados, tidos como apoio em algumas das atividades, principalmente aquelas de trabalho de campo:

- Cartas planimétricas do DNPM (RADAMBRASIL), Folhas SA-21-Z-A, SA-21-Y-B, SA-20-Z-D, SA-21-Y-C e SA-21-Y-D, na escala de 1:250.000, publicadas em 1976;

- Cartas planaltimétricas do Serviço Geográfico do Exército - Ministério do Interior (DSG):

- . Folha SA-21-Y-B-VI (Barreirinha), na escala de 1:100.000, 1981;
- . Folha SA-21-Y-C-I (Manaus), na escala de 1:100.000, 1981;
- . Folha SA-21-Y-B-II (Vila Amanari) e SA-21-Y-B-V (Urucará), na escala de 1:100.000, 1981;
- . Folha Sa-21-Y-C-I-3 (Anveres), na escala de 1:50.000, 1980.

## 2.2 - MÉTODOS

Para atingir o objetivo do mapeamento da vegetação e uso da terra nas três áreas-piloto (Urucarã, Barreirinha e Careiro), foram observadas as atividades sequenciais abaixo discriminadas:

- interpretação automática preliminar;
- trabalho de campo;
- interpretação automática final.

Convém lembrar que foi efetuada como atividade prévia uma etapa de revisão bibliográfica onde se procurou analisar o uso dos produtos LANDSAT para o levantamento do uso da terra, incluindo a vegetação, e também sobre a metodologia empregada no tratamento destes produtos sensorizados.

Para uma melhor compreensão da metodologia adotada descreve-se a seguir, isoladamente, as etapas de análise automática e do trabalho de campo.

### 2.2.1 - METODOLOGIA DE ANÁLISE AUTOMÁTICA

O procedimento empregado na análise dos dados digitalizados no sistema IMAGE-100, para cada área-piloto isoladamente, consto de:

. Leitura das CCTs para armazenamento dos valores de níveis de cinza registrados pelo sensor MSS, na memória do IMAGE-100.

. Ampliação e delimitação da área piloto (com área aproximada de 257 km<sup>2</sup>) na escala 1:100.000 na tela do sistema IMAGE-100.

. Utilização de funções de pré-processamento através do emprego do programa "RUI DO" para eliminar possíveis falhas de gravação e do programa "CORREÇÃO RADIOMÉTRICA" para minimizar o efeito de "stripping" quando ocorria na cena.

. Estabelecimento de composições coloridas no vídeo do sistema IMAGE-100 para verificar aquela que melhor permitisse a discriminação dos alvos existentes na área estudada.

. Determinação das classes de vegetação e uso da terra a serem individualmente distinguidas.

. Utilização do programa "SINGLE-CELL", de forma a fazer uma análise da assinatura espectral de cada classe e a distribuição de frequência dos valores de níveis de cinza (histogramas unidimensionais) dos quatro canais do MSS. Tal programa permite, sobretudo, verificar previamente o espaço espectral ocupado por cada classe, bem como a possível separabilidade entre elas.

. Demarcação de áreas de treinamento para a classificação por método supervisionado. A definição do local destas áreas representativas de cada classe foi feita a partir das informações oriundas do "SINGLE-CELL" e conhecimento de campo.

Maxwell (1975) recomenda, para estudos de vegetação natural, a utilização de métodos próprios de seleção das áreas de treinamento, com o cuidado de observar a representatividade da classe a ser analisada, visto que ela pode apresentar uma considerável gradação de níveis de cinza nas imagens orbitais. Outro fato levado em consideração foi com relação à dimensão das áreas de treinamento que não tiveram um tamanho constante, baseado na citação de Murine (1975) ao comprovar que as diferenças nos tamanhos das amostras não afetam a significância dos resultados desde que sejam representativas;

. Utilização do programa MAXVER (Velasco et alli, 1978) como método de decisão para definir a que classe pertence o elemento analisado. Este programa baseado no algoritmo classificatório de máxima verossimilhança (maximum likelihood) fornece ao analista tabelas que contêm os valores médios de níveis de cinza de cada classe oriundos dos quatro canais do MSS, bem como a matriz de covariância da classe e a matriz de classificação onde se pode avaliar o grau de superposição entre classes.

Inúmeros trabalhos destacam os resultados satisfatórios do "maximum likelihood classifier" em mapeamento de vegetação e uso da terra.

Piirvee e Braun (1978), em estudos no Canadá, relatam a possibilidade de classificar grandes áreas para o manejo florestal, fazendo uso do algoritmo classificatório supervisionado, baseado sobre o método de decisão gaussiana de máxima verossimilhança. Estes autores consideram ainda que a classificação multitemporal torna-se necessária para discriminar temas complexos, tais como: floresta mista, desmatamento antigo e pântanos, entre outros.

Campbell (1981) ao realizar estudos na Irlanda, com base nas características ambientais e ecológicas, relata o uso de vários algoritmos de classificação automática no tratamento dos dados multiespectrais para o mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra. Em sua conclusão menciona a superioridade do "maximum likelihood" dentre outros, com o que foi possível discriminar classes de floresta decídua, floresta de coníferas, pastagem implantada e atividades antrópicas em áreas pantanosas.

. Utilização do programa "UNIFORMIZAÇÃO DE TEMAS" (UNITOT) descrito por Moreira et alii (1982) e Dutra (no prelo). O UNITOT é um dos métodos de pós-processamento que consiste numa filtragem espacial que analisa o "pixel" central de uma matriz 3x3 "pixels", de acordo com o limiar (L) e o peso (P) como parâmetros de análise, passando-o a pertencer à classe vizinha de maior frequência de ocorrência. A combinação *limiar-peso* pode ser escolhida pelo analista; neste trabalho correspondeu aos valores L=3 e P=2.

. O emprego do UNITOT, após o uso do classificador MAXVER para o levantamento da vegetação e uso da terra na região da Amazônia, pode ser constatado em Shimabukuro et alii (1982).

. Obtenção de "print outs" (mapas alfanuméricos) como produto de saída da classificação automática, além de fotos em papel e "slides" tirados diretamente do vídeo do IMAGE-100.

Todo este procedimento acima apresentado foi repetido para cada área-piloto.

Durante a etapa de análise automática empregou-se, em alguns casos, o método não-supervisionado através do algoritmo "CLUSTERING" (agrupamento). Ele foi empregado na etapa de análise preliminar quando se procurava verificar a distribuição espacial das diferentes classes na área de estudo, embora se pudesse usá-lo, também, para estudar a possibilidade de um maior número de classes no mapeamento, em função da interação de respostas espectrais entre classes. O programa "clustering" aqui empregado utilizou as informações de apenas dois canais do MSS (5 e 7), tradicionalmente usados em estudos de vegetação. O "clustering" de dois canais equivale a um menor tempo de máquina e uma precisão satisfatória. Neste caso específico, recomenda-se este procedimento por tratar-se de uma análise prévia com a finalidade de avaliar a disposição espectral e espacial das classes em estudo e separar, se possível, classes conflitantes.

O método automático, empregando o algoritmo de "clustering", pode ser constatado em trabalhos de Fox III e Mayer (1979) e Campbell (1981). Em estudos sobre as ecozonas na Califórnia (USA), através de análise automática dos dados LANDSAT, Newland et alii (1980) empregaram classificadores não-supervisionados (clustering) e supervisionados (maximum likelihood). Entre os temas classificados, que foram de finidos quanto à distribuição ocupada na região espectral, encontraram as áreas de campo com predominância de arbustos, as áreas com arbustos esparsos, aquelas com florestas de coníferas (aciculifoliadas e sempre verdes) além da floresta decídua (latifoliada) e floresta mista.

A etapa de análise automática em sua fase preliminar foi realimentada com informações do trabalho de campo, gerando uma fase adicional (interpretação final), para o aprimoramento do nível de classificação.

O cálculo de área das classes identificadas no sistema IMAGE-100 foi realizado através do programa "THEME AREA" que oferece o número de "pixels", a área em  $\text{km}^2$  e a percentagem de ocupação das classes dentro das áreas-piloto.

Outro método utilizado para o cálculo de área foi o da contagem de "pixels" no mapa alfanumérico, em escala reduzida, empregando a fórmula:

$$\text{Área (km}^2\text{)} = \frac{\Delta xL}{A(x)} \cdot \frac{\Delta yL}{A(y)} \cdot 0,057 \cdot 0,079 \cdot n^{\circ} \text{ "pixels"}$$

onde

$$\Delta xL = x_2 - x_1 + 1$$

$$\Delta yL = y_2 - y_1 + 1,$$

explicando que os valores x e y equivalem às coordenadas da área piloto na tela do IMAGE-100, e o símbolo A corresponde ao número de "pixels" no eixo x e y do mapa alfanumérico em escala reduzida.

#### 2.2.2 - METODOLOGIA DE TRABALHO DE CAMPO

A etapa de campo foi efetuada logo após a análise automática preliminar, de forma a estabelecer a acuracidade da interpretação dos dados sensoriados e sobretudo definir a legenda final.

As informações oriundas do campo, a respeito da distribuição espacial da vegetação relacionada às condições de relevo, solo e, em alguns casos, em função das condições hídricas do local, podem definir diferentes ecossistemas dentro de uma mesma formação vegetal pela presença dominante ou ausência de determinadas espécies vegetais. Exemplo disto é o trabalho de Danjoy e Sadowski (1978) que, em estudos de reconhecimento da vegetação na Amazônia Peruana, avaliaram as áreas de ocorrência do buriti (*Mauritia flexuosa*) associada direta ou indiretamente a outras formações vegetais (floresta permanentemente inundada, floresta aluvial não-inundada, floresta de terra firme). Estes autores fizeram uso de imagens MSS fotográficas em preto e branco, composições coloridas infravermelhas (falsa-cor), além dos dados digitalizados que foram tratados através de técnicas supervisionadas e não-supervisionadas.

Na fase da etapa de campo, dois procedimentos foram adotados: sobrevôo das áreas-piloto e percurso terrestre.

No sobrevôo procurou-se, através de um plano de vôo previamente elaborado em função do "printout" obtido da análise preliminar e de acidentes geográficos para fácil localização, cobrir todas as unidades mapeadas e, principalmente, coletar maiores informações sobre os pontos de dúvida existentes na área mapeada. O sobrevôo é indispensável para o conhecimento da cobertura vegetal em áreas de difícil acesso e sobretudo para se ter uma visão geral da extensão ocupada pelas unidades mapeadas. No transcurso desta observação aérea foram tiradas fotos em papel e "slide" das classes em estudo.

No caso do percurso terrestre foram realizados deslocamentos ao longo de estradas, trilhas ou aberturas de "picadas". Isto permitiu observação in loco do aspecto fisionômico da vegetação em função da época, da densidade de cobertura foliar em relação ao solo, das espécies dominantes que compõem a comunidade florestal e das ações antrópicas existentes (desmatamentos, queimadas). Alguns destes critérios também são comentados por Santos et alii (1981).

Durante o percurso terrestre foi feito um teste de avaliação qualitativa da tipologia florestal das áreas-piloto, visando diagnosticar, de maneira geral, as espécies mais frequentes e a distribuição da população nas diferentes classes de circunferência. Como o objetivo não era inventariar a área e sim conhecer um pouco a composição florística da Floresta Equatorial de Terra Firme, o número de amostras não foi padronizado, embora seu tamanho ( $2500\text{ m}^2$ ) tenha permanecido constante.

## CAPÍTULO 3

### DESCRIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS-PILOTO

Neste capítulo são descritas as características fisio  
gráficas de cada área piloto, cujas informações foram obtidas, em sua maioria, durante a etapa de campo.

#### 3.1 - ÁREA-PILOTO DE BARREIRINHA

A área-piloto de Barreirinha, localizada no município do mesmo nome, na região econômica do médio Amazonas, possui uma área aproximada de 262,365 km<sup>2</sup>. Na sua maior parte encontra-se ao sul do Pa  
ranã do Ramos, entre as comunidades de Pedras e Vila Cãndida, e tem co  
mo referencial a Ilha do Sapo situada ao norte da área-piloto (Figura 3.1).

A escolha desta área de estudo visou completar o traba  
lho realizado por Aquino et alii (1982) cujo objetivo foi testar a uti  
lização de análise automática para o levantamento da cobertura vegetal na Região Amazônica. Neste trabalho, além de avaliar as diferenças na tipologia florestal do município, foi ampliada a área anteriormente mapeada.

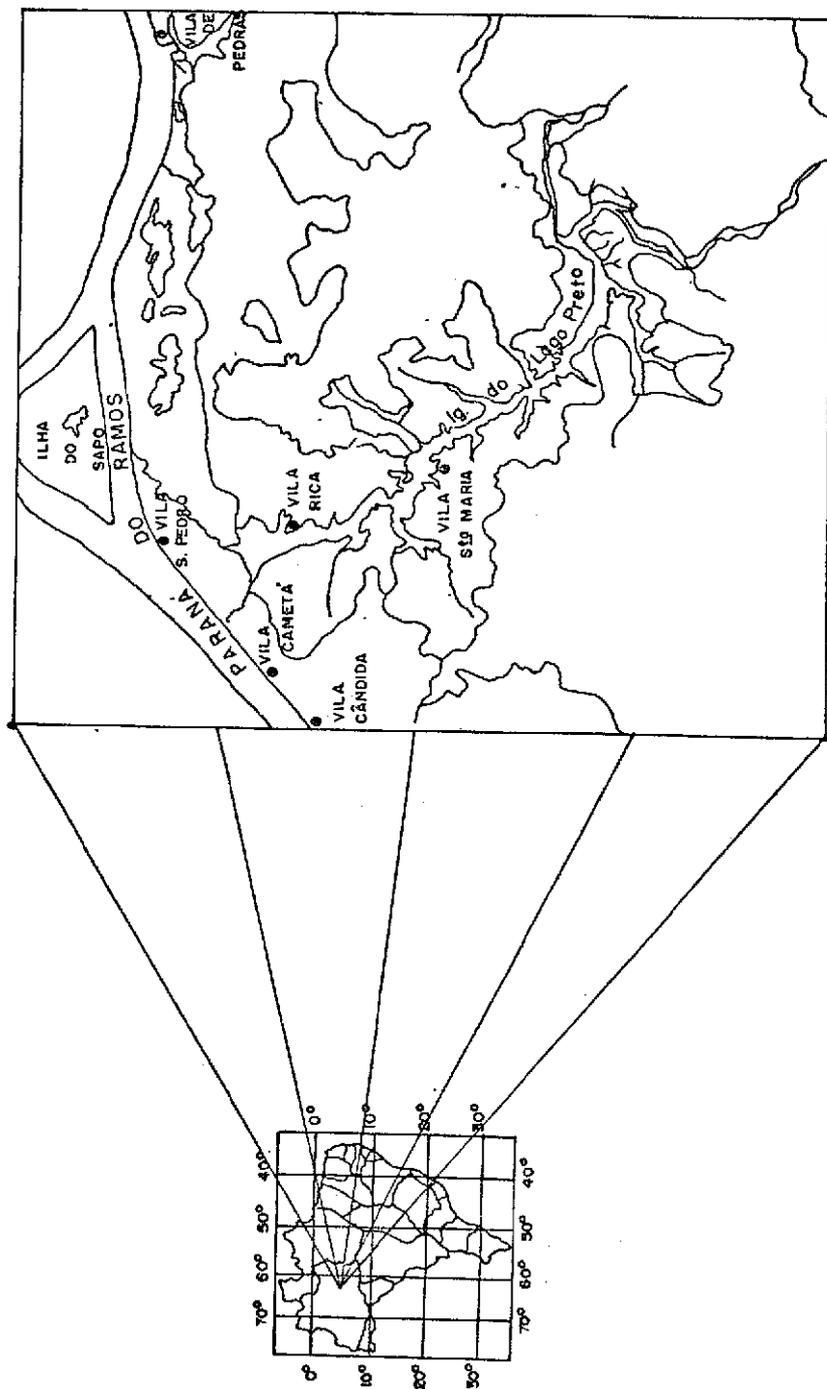


Fig. 3.1 - Mapa de localização da área-piloto de Barreirinha.

### 3.3 - ÁREA-PILOTO DE URUCARÃ

Com uma área de aproximadamente 254,016 km<sup>2</sup>, a área piloto de Urucará está situada na região econômica do médio Amazonas, às margens do Paranã do Urucará, entre as cidades de Itacoatiara e Parintins. Parte da área estudada localiza-se na terra firme e parte na planície aluvial do rio Amazonas que se estende até a sede municipal, numa profusão de lagos, paranãs e igarapês, conforme mostra o mapa de localização (Figura 3.8).

Todos os rios banham o setor norte da área-piloto, com exceção do Paranã de Urucará, são de água preta, carregando matéria orgânica em dissolução, o que explica a presença da floresta de igapô.

Das três áreas-piloto analisadas a de Urucará foi a que apresentou a maior diversidade fitoecológica, representada principalmente pela presença da floresta de igapô e pela ocorrência de campinas ou campinaranas.

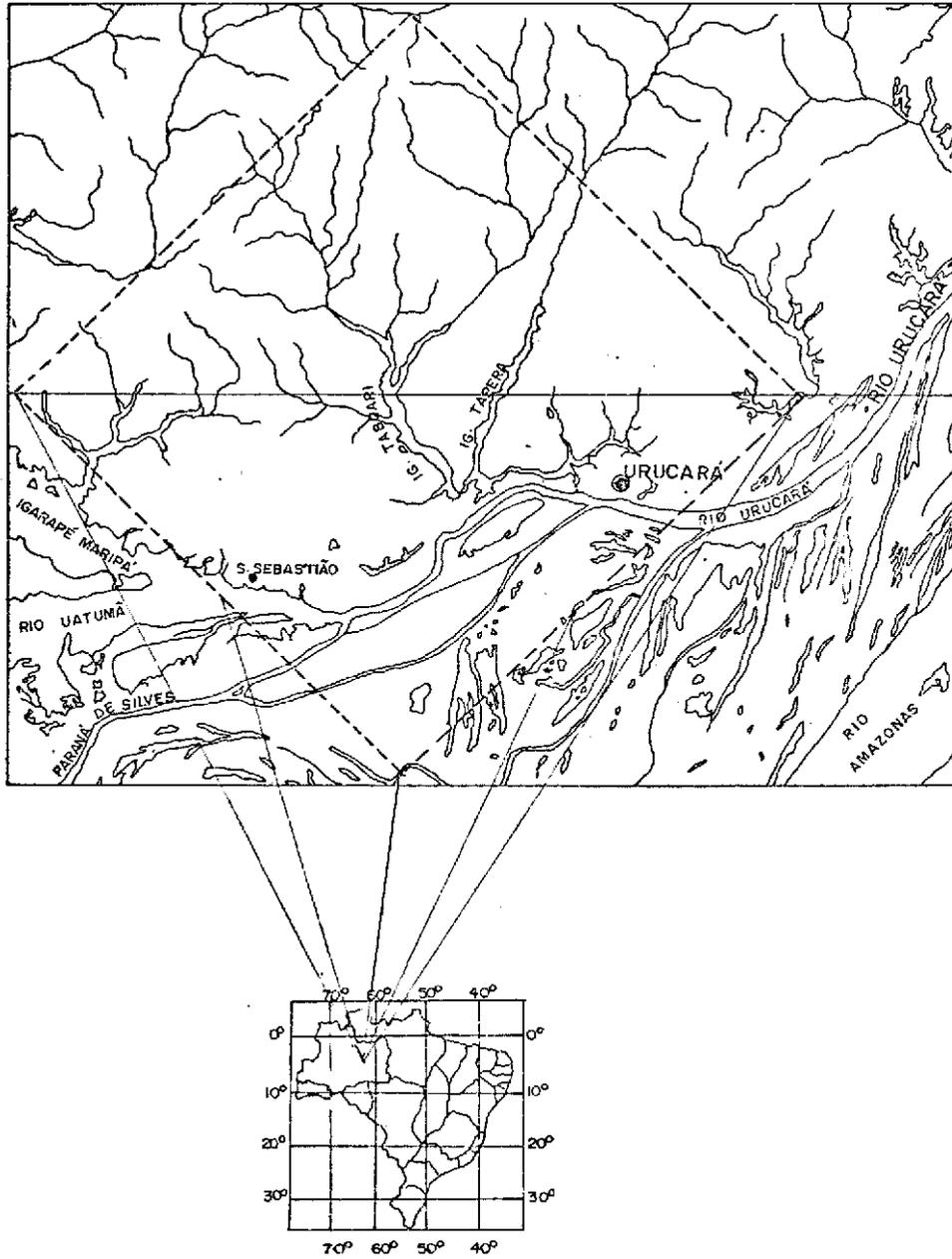


Fig. 3.8 - Mapa de localização da área-piloto de Urucará.



## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados oriundos da fase de análise automática aliados às informações de campo. Discute-se inicialmente a legenda estabelecida para as classes identificadas nas três áreas-piloto do PDRI-AM, além de descrever as características pertinentes a cada uma dessas áreas. São apresentadas as informações obtidas durante a fase automática, relativa aos padrões espectrais de cada classe para os quatro canais do MSS, a matriz de classificação e o desempenho médio do sistema na discriminação de classes.

#### 4.1 - LEGENDA

Na análise das três áreas-piloto, situadas nos municípios de Barreirinha, Careiro e Urucará, foram identificadas 11 classes de vegetação e uso da terra, abaixo relacionadas:

- Floresta Equatorial Densa de Terra Firme

Em decorrência da dinâmica do equilíbrio biológico solo-planta-solo, explicado pela perfeita reciclagem dos nutrientes, a floresta de terra firme abriga em seu interior inúmeras espécies florestais, apesar da baixa fertilidade dos solos (Figura 4.1).

Botânicos e pesquisadores de várias áreas afirmam que a dificuldade de acesso, a diversidade botânica e a necessidade de adaptar os atuais métodos de trabalho às condições específicas, impostas pelo ambiente amazônico, têm criado sérios obstáculos ao desenvolvimento de pesquisas científicas deste ecossistema, principalmente aos estudos ecológicos e fitossociológicos, onde a presença do observador deve ser constante e é fundamental.

relativos às espécies mais frequentes em diferentes classes de circunferência (CAP) observadas nas áreas encontradas em Barreirinha, Careiro e Urucará. Esta relação de espécies reafirma a importância do trabalho de campo para melhor caracterizar a vegetação.

TABELA 4.1

LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DA FLORESTA DE TERRA FIRME  
NA ÁREA-PILOTO DE BARREIRINHA

CLASSE DE CIRCUNFERÊNCIA	FREQUENCIA	(T) POR CLASSE	PRINCIPAIS		ESPECIES FLORESTAIS ENCONTRADAS P/ESCRITO		FAMÍLIA BOTÂNICA
			NOME VULGAR	QUANT.	NOME CIENTIFICO		
78,5 - 100	41	32,10	. Abiurana verm. . Morraçozeiro . Muiratinga . Envira . Louro	6 6 3 3 3	. Pterocarya pruriif . Eschweilera odora . Maquira sclerophylla . Xylopia nitida . Ocotea sp.	Sapotaceae Lecythidaceae Moraceae Anonaceae Lauraceae	
101 - 120	32	25,00	. Abiurana . Acariquara . Louro abacate . Sucupira . Cupiúba	4 3 3 2 2	. Pouteria sp. . Miquartia punctata . Ocotea epifera . Diplotropis purpurea . Gouania glabra	Sapotaceae Olacaceae Lauraceae Legum-Himos. Celastraceae	
121 - 140	23	18,00	. Louro basta . Acariquara . Muiratinga . Tachizeiro . Cumaru	6 2 2 2 1	. Hectandra cuspidata . Miquartia punctata . Manura sclerophylla . Tachigalla myrmecophylla . Diterix odorata	Lauraceae Olacaceae Moraceae Legum-Caesalp. Legum-Papil.	
141 - 160	7	5,50	. Acariquara . Abiurana . Louro amarelo . Caripê . Tachizeiro	1 1 2 1 1	. Miquartia punctata . Pouteria sp. . Aniba kappleri . Licania bruijosa . Tachigalla myrmecophylla	Olacaceae Sapotaceae Lauraceae Rosaceae Legum-Caesal.	
161 - 180	4	3,10	. Abiurana preta . Cupiúba . Louro . Sucupira amarelo	1 1 1 1	. Pouteria oblanceolata pires . Gouania glabra . Ocotea sp. . Bowdichia nitida	Sapotaceae Celastraceae Lauraceae Legum-Himos.	
181 - 200	2	1,60	. Marupá	2	. Simarouba amara	Simarubaceae	
201 - 220	4	3,10	. Abiurana branca . Cupiúba . Muiratinga . Tinteira	1 1 1 1	. Pouteria rufanensis . Gouania glabra . Maquira sclerophylla . Miconia surinamensis	Sapotaceae Celastraceae Moraceae	
221 - 240	3	2,30	. Cumaru . Carapanauá . Tinteira	1 1 1	. Diterix odorata . Aspedosperma carapanaua . Miconia surinamensis	Legum-Papil. Apocynaceae	
241 - 260	4	3,10	. Cupiúba . Conezeiro . Periquiteira	2 1 1	. Gouania glabra . Parkia oppositifolia . Lactia procera	Celastraceae Legum-Himos.	
261 - 280	3	2,30	. Abiurana . Cupiúba . Tachizeiro	1 1 1	. Pouteria sp. . Gouania glabra . Tachigalla myrmecophylla	Sapotaceae Celastraceae Leguminosae	
281 - 300	3	2,30	. Castanha . Cupiúba	1 2	. Bertolletia excelsa . Gouania glabra	Lecythidaceae Celastraceae	
301 - 320	"ZERO"	-	-	-	-	-	
321 - 340	1	0,80	. Cupiúba	1	. Gouania glabra	Celastraceae	
341 - 360	"ZERO"	-	-	-	-	-	
361 - 380	"ZERO"	-	-	-	-	-	
> 380	1	0,80	. Tauari	1	. Couratari pulchra	Bombacaceae	
TOTAL	128	100,00	-	-	-	-	

TABELA 4.2

LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DA FLORESTA DE TERRA FIRME  
NA ÁREA-PILOTO DO CAREIRO

CLASSE DE CIRCUNFERENCIA	FREQUENCIA	(1) POR CLASSE	PRINCIPAIS ESPECIES FLORESTAIS ENCONTRADAS P/ESTRATO			FAMILIA BOTANICA
			NOME VULGAR	QUANT.	NOME CIENTIFICO	
78,5 - 100	50	44,00	Breu branco Matamatã Macucu Envira preta Abiurana	14 6 4 4 3	Protium pallidum Eschweilera odora Licania heteromorpha Gutteria poropiihana Pouteria sp.	Burseraceae Anonaceae Lenum-Caesal. Anonaceae Sapotaceae
101 - 120	20	17,50	Breu branco Jarana Envira preta Macucu Tintarana	4 3 3 2 2	Protium pallidum Holoptixidium jarana Gutteria poropiihana Licania heteromorpha Miconia surinamensis	Burseraceae Lecythidaceae Anonaceae Legum-Caesal.
121 - 140	12	10,50	Matamatã Inã xixica Louro abacate Cumuru Guariúba	2 2 1 1 1	Eschweilera odora Inna alna Ocotea opifera Dinterix odorata Clarisia racemosa	Anonaceae Legum-Flmos. Lauraceae Legum-Papil. Moraceae
141 - 160	7	6,10	Piquiã Jarana Caramuri Breu branco	3 2 1 1	Caryocar villosum Holoptixidium jarana Sarcocaulis brasiliensis Protium pallidum	Caryocaraceae Lecythidaceae - Burseraceae
161 - 180	7	6,10	Cuniúba Sucupira Piquiã Itaúba	2 2 2 1	Goupia glabra Diplotrichis purpurea Caryocar villosum Mezillaurus itauba	Celastraceae Legum-Flmos. Caryocaraceae Lauraceae
181 - 200	4	3,50	Uiqui Sapucaia Tintarana Taniboca	1 1 1 1	Endopteura uchi Lecythis paraensis Miconia surinamensis Terminalia amazonica	- Lecythidaceae - Combretaceae
201 - 220	2	1,00	Uiqui Macucu	1 1	Endopteura uchi Licania heteromorpha	- Legum-Caesal.
221 - 240	3	2,60	Guajarã Acariguara Guariúba	1 1 1	Hexythece robusta Hinguartia punctata Clarisia racemosa	Sapotaceae Olacaceae Moraceae
241 - 260	4	3,50	Piquiã Breu branco Caxinguba	1 1 2	Caryocar villosum Protium pallidum Ficus insipida	Caryocaraceae Burseraceae Moraceae
261 - 280	3	2,60	Uiqui Urucurana Paracutacu	1 1 1	Endopteura uchi Sloanea nilida	- -
281 - 300	1	0,90	Caxinguba	1	Ficus insipida	Moraceae
301 - 320	"Zero"	-	-	-	-	-
321 - 340	"Zero"	-	-	-	-	-
341 - 360	"Zero"	-	-	-	-	-
361 - 380	1	0,90	Tauari	1	Couratari pulchra	Bombacaceae
> 380	"Zero"	-	-	-	-	-
TOTAL	114	100,00	-	-	-	-

TABELA 4.3

LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DA FLORESTA DE TERRA FIRME  
NA ÁREA-PILOTO DE URUCARÁ

CLASSE DE CIRCUNFERÊNCIA	FREQUENCIA	(Z) POR CLASSE	PRINCIPAIS ESPÉCIES FLORESTAIS ENCONTRADAS P/ESTRATO		FAMÍLIA BOTÂNICA	
			NOME VULGAR	QUANT.		
78,5 - 100	128	48,12	Envia surucucu Louro preto Abiuarana preta Ucuuba preta Jatôá	17 16 14 8 9	Ducuetia echinophora Nectandra mollis Pouteria oblanceolata pires Virola melinonii Trichilia parauensis	Anonaceae Lauraceae Sapotaceae Myristicaceae -
101 - 120	44	16,54	Loura inhamui Marupá Treu branco Graxeira Amarelinho	5 5 4 5 1	Ocotea barcelensis Simaruba amara Protium pallidum - Poecilanthus effusa	Lauraceae Simarubaceae Burseraceae - -
121 - 140	28	10,53	Angélica rajado Cupiúba Castanharana Ingarana Sapucaia	5 3 2 2 1	Pithecelobium racemosum Goupia glabra Lecythis paraensis Pithecelobium latifolium Lecythis paraensis	Legum-Mimos. Celastraceae Lecythidaceae Legum-Mimos. Lecythidaceae
141 - 160	20	7,52	Tachi preto Muiratinga Cumaru Sucupira Verm. Sucupira preta	2 1 1 1 1	Tachigalia myrmecophylla Maquira sclerophylla Dipterix odorata Diptotropis racemosa Diptotropis purpurea	Legum-Cesalp. Moraceae Legum-Fapil. Legum-Mimos. Legum-Mimos.
161 - 180	9	3,38	Castanharana Sucupira branca Tachi branco	3 1 1	Lecythis paraensis Bowdichia nitida Sclerolobium paraensis	Lecythidaceae Legum-Mimos. Legum-Caesal.
181 - 200	15	5,64	Castanha do Brasil Caripe Jatá poróroca Lumate Hamerana	5 1 1 1 1	Bertholletia excelsa Ligaria pruinosa Dialium guianensis Coepia leptostachya Bombax paraensis	Lecythidaceae Rosaceae Legum-Caesal. Rosaceae Bombacaceae
201 - 220	3	1,13	Guariúba Avazeiro Louro aritu	1 1 1	Glarisia racemosa Vantanea guianensis Licaria aritu	Moraceae Humirifaceae Lauraceae
221 - 240	5	1,88	Castanha do Brasil Itaúba Ingarana Louro aritu	2 1 1 1	Bertholletia excelsa Pezizaurus itauba Pithecelobium latifolium Licaria aritu	Lecythidaceae Lauraceae Legum-Mimos. Lauraceae
241 - 260	4	1,50	Castanha do Brasil Amapá doce Graxeira Avazeiro	1 1 1 1	Bertholletia excelsa Parahancornia amapa - Vantanea guianensis	Lecythidaceae Moraceae - Humirifaceae
261 - 280	2	0,75	Itaúba Piquiá	1 1	Mezalaureus itauba Cariocar villosum	Lauraceae Cariocaraceae
281 - 300	2	0,75	Amapá doce Apui	1 1	Parahancornia amapa Ficus nymphaeifolia	Moraceae Moraceae
301 - 320	2	0,75	Amapá doce Amarelinho	1 1	Parahancornia amapa Pocucillaute effusa	Moraceae -
321 - 340	"Zero"	-	-	-	-	-
341 - 360	"Zero"	-	-	-	-	-
361 - 380	1	0,38	Periquiteira	1	Cochlospermum orinacense	-
> 380	3	1,13	Castanha do Brasil	3	Bertholletia excelsa	Lecythidaceae
TOTAL	266	100,00				

As informações apresentadas nas Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3 foram oriundas de 5 amostras de 2500 m<sup>2</sup> para a área de Barreirinha, 4 amostras para o Careiro e 6 para Urucarã, obtendo-se, em resumo, um total de 128, 114 e 266 árvores na amostragem realizada, respectivamente.

Com isto, têm-se indicadas as principais espécies encontradas nas distintas regiões, bem como aquela que apresenta o potencial madeireiro mais elevado, tanto pelo valor comercial, quanto pela densidade da população amostrada.

A área de Urucarã, por exemplo, além de abrigar um raro sítio ecológico que contém cedros de grande porte (*Cedrela odorata*) e que deve ser preservado, apresenta por esta avaliação quantitativa preliminar uma excelente tipologia florestal, merecendo até mesmo a realização de um inventário completo de sua constituição e volume.

O tipo de medidas de campo empregado neste levantamento da área florestal pode ser adotado para o reconhecimento dos ecossistemas florestais que existem em torno das pequenas comunidades rurais e colônias agrícolas, selecionadas como áreas de interesse pelo PDRI/AM. Estes levantamentos, apesar de pequenos, permitem aos produtores das referidas áreas avaliarem, com o auxílio de técnicos de extensão rural, o potencial florestal de sua propriedade, evitando queimadas e desmatamentos indiscriminados.

#### ● Floresta Equatorial de Várzea

Esta unidade fisionômica está sujeita aos períodos de inundação sazonais, sendo encontrada ao longo da maioria dos tributários da bacia amazônica, principalmente naqueles denominados "rios de água branca" (barrenta). Estes rios, de acordo com Sioli (1981), criam ao redor de seus cursos uma paisagem fluvial muito peculiar: a várzea, que é construída com aluviões que estes rios trouxeram e continuam a trazer, de forma que os sedimentos grosseiros carregados (argilas) são responsáveis pela conhecida fertilidade destas faixas de terra.

Entre as espécies comuns mais encontradas na floresta de várzea, relacionam-se:

- castanha de macaco (*Couropita guianensis*),
- samaúma (*Ceiba pentandra*),
- mamorama (*Pachira aquática*),
- tachi (*Tachigalia sp.*),
- andiroba (*Carapa guianensis*),
- munguba (*Bombax munguba*),
- açai (*Euterpe oleraceae*),
- buriti (*Mauritia flexuosa*),
- ucuuba (*Virola surinamensis*),
- maparajuba (*Mimusops paraensis*),
- açacu (*Hura creptans*),
- jutaí-açu (*Hymenaea courbaril*).

● Floresta de igapô

Também denominada floresta equatorial permanentemente inundada a floresta de igapô ocorre, de maneira geral, nos cursos d'água da margem esquerda do rio Amazonas, ao longo dos rios de água preta. Apesar das oscilações do nível das águas nos períodos de cheia e vazante, a vegetação de igapô permanece quase que constantemente inundada durante o ano, como foi observado nos igarapês do Tapera e Taboari (área-piloto de Urucará).

A floresta de igapô diferencia-se aparentemente das florestas de terra firme e da várzea através das feições morfológicas, ocorrendo, entretanto, na parte florística, algumas poucas espécies comuns a estes subtipos de floresta. Exemplificando, pode-se citar o murumuru (*Astrocaryum murumuru*) e a paxiúba (*Iriartea exorrhiza*).

Pelas observações feitas no decorrer do trabalho de campo, nas áreas de igapô pode-se constatar a presença das seguintes espécies:

- sucupira preta (*Diplostrops martiusii*),
- itaubarana (*Sweetia nitens*),
- anani (*Symphonia globilifera*),
- umiri-rana (*Qualea retusa*),
- caranaí (*Mauritia aculeata*),
- cedro-rana-de-igapô (*Andriapetalum rubescens*),
- louro inhamuí (*Nectandra elaiophora*),
- marajã (*Bactris concinna*),
- ingã(s) (*Parkia* sp., *Calliandra* sp., etc.).

#### ● Vegetação Secundária

De acordo com Molion e Bentancurt (1980) o método de uso do solo nos trópicos úmidos consiste no desmatamento de alguns hectares de floresta de terra firme e no estabelecimento de uma cultura, normalmente de subsistência. Esta prática é abandonada após 2 a 3 anos de plantio em razão de a roça estar esgotada em consequência do solo perder a fertilidade, de forma que os roçeiros movimentam-se para outras áreas. As pequenas roças abandonadas transformam-se em capoeiras que, segundo Sioli (1981), podem ter seu crescimento explicado pela vinda de nutrientes das redondezas onde a mata está intacta. A vegetação que se estabelece é pouco desenvolvida e sem nenhum valor comercial.

O trabalho de levantamento da cobertura vegetal aqui apresentado indica a localização destas áreas de vegetação secundária, sem indicar contudo o estágio de sucessão da capoeira, originária das derrubadas e queimadas da floresta em terra firme.

Nas várzeas, devido à fertilidade periódica dos solos, a vegetação secundária aparece monopolizada pelas embaúbas (*Cecropia paraensis*). Esta espécie, geralmente, encontra-se também associada aos campos de várzeas ou às florestas de várzea. A ocorrência dessa espécie, entretanto, não interfere nas excelentes condições edafológicas da planície aluvial do rio Amazonas e no aproveitamento dessa planície pela pecuária e agricultura.

● Área periodicamente inundada (campos de várzea)

São formações que recobrem as áreas sedimentares da planície aluvial do rio Amazonas e seus afluentes. Via de regra, os campos de várzea ocupam uma faixa intermediária entre os diques marginais (várzea alta) e as bordas inclinadas dos baixos platôs, englobando em seu interior os lagos, furos, paranãs e igarapês, bem como os aningais (*Montrichardia arborescens*) em áreas permanentemente inundadas. Devido à ação antrópica, os campos de várzea podem ser observados recobrendo os diques marginais em substituição à floresta de várzea, onde, neste caso, é comum a presença de plantas invasoras como a embaúba (*Cecropia sp.*) associada ao complexo manto de plantas hidrófilas que compõe essa paisagem, dentre as quais:

- canarana-fluvial (*Echinochloa polystachya*),
- canarana-folha-miúda (*Hymenachne amplexicaulis*),
- canarana-rosa (*Panicum zizanooides*),
- capim-mori (*Paspalum fasciculatum*),
- canarana rasteira (*Paspalum rufum*).

Convém citar que em função da oscilação do nível das águas no decorrer da cheia e vazante dos rios de água barrenta, a fertilidade do solo das várzeas é naturalmente renovada com deposição de nutrientes, fato que favorece a ocupação destes campos com a pecuária extensiva (em razão do elevado teor nutritivo das gramíneas presentes) e o cultivo comercial de juta e malva, além de culturas de subsistência.

● Áreas permanentemente inundadas (aningais)

As várzeas amazônicas, mesmo no período da vazante, mantêm algumas áreas cuja vegetação permanece praticamente o ano todo sob as águas. O conjunto de plantas que habita os aluviões recentes é considerado como representante intermediário entre a floresta de igapô e a floresta de várzea, pois apesar de resistir a longos períodos

### ● Campina Amazônica

São formações não-florestais que se localizam geralmente em depressões do terreno, em meio à floresta, com solos arenosos profundos (Figura 4.5). Durante o período das cheias, devido à porosidade das areias, as águas do lençol freático afloram e dificultam a respiração das raízes, ocasionando, em decorrência, a formação de uma vegetação herbácea com tufos arbustivos nas partes mais elevadas. Tal fato explica porque a resposta espectral desta classe confundiu-se com aquela obtida da classe campo de várzea. Na realidade, ambas são áreas periodicamente inundadas, muito embora constituam ecossistemas totalmente diferentes.

Entre as espécies botânicas encontradas com frequência na área percorrida, podem-se citar o umiri, ananás, pirirema, murici e trevo, conhecidos vulgarmente na região.

### ● Ocupação Agropecuária

A implantação de projetos agrícolas e/ou pecuários nas áreas-piloto causa alterações significativas, principalmente nas áreas de terra firme, cuja extensão e distribuição espacial são facilmente identificadas pelo satélite LANDSAT. A derrubada da floresta para o simples plantio de mandioca para subsistência, o grande viveiro do PROBOR II que estimula a produção da borracha, bem como as culturas de ciclo curto, as pastagens artificiais, os plantios de juta e malva e demais forma de utilização da terra, são englobados como ocupação e apresentam uma resposta espectral característica. Esta particularidade permite a avaliação do processo evolutivo de ocupação da terra por meio de passagens sequenciais do satélite e análise, conseqüentemente, dos resultados de sua utilização. Com a retirada da vegetação e destruída a serrapilheira pelas primeiras lavuras e pastagens, o solo transforma-se numa massa carente de nutrientes (Molion e Bentancurt, 1980), o que provoca a deteriorização do solo e as variações climáticas que se tornam prejudiciais a atividades agropecuárias.

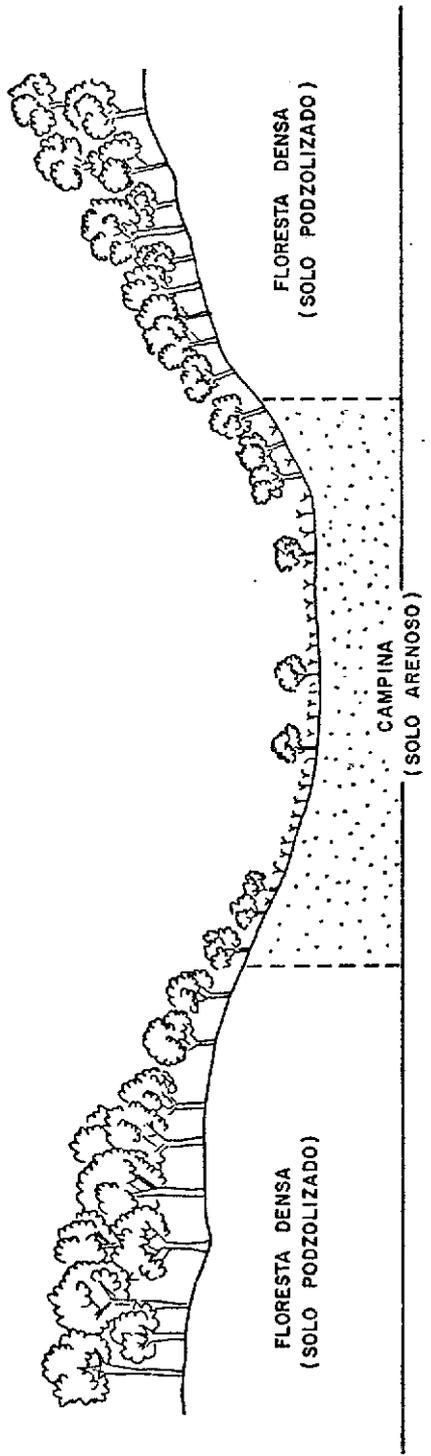


Fig. 4.5 - Croqui da localização geográfica da formação de campina.

pensão que são as responsáveis pela fertilização periódica das várzeas. A caracterização dos tipos de rios amazônicos adotada neste trabalho é oriunda de Sioli (1967), com base na quantidade de matérias contidas em suspensão e no conteúdo de substâncias em estado coloidal na água. Este mesmo autor conclui que os tipos de água na região amazônica são determinados pelas condições geomorfológicas e/ou litológicas e pedológicas que ocorrem nas regiões das cabeceiras dos cursos d'água. Uma descrição detalhada sobre a hidrologia na região amazônica pode ser observada em Soares (1977).

A elevada taxa de sedimentos carregados pelos rios de água branca é resultado da ação erosiva da correnteza sobre as margens. O fenômeno "terras caídas", fonte de material argiloso, nada mais é que a instabilidade do leito do rio que está sempre modificando seus cursos pela ação simultânea de erosão e sedimentação. Tal fenômeno já causou a transferência para a terra firme de pelo menos duas sedes municipais (Fonte Boa e Carauari), no Estado do Amazonas, e ameaça uma série de outras.

Os rios de água barrenta oferecem, entretanto, uma contribuição à economia regional, comprovada pelo bom desempenho dos setores pecuários e agrícolas, sobretudo com relação às culturas de ciclo curto e culturas industriais (juta e malva) nas várzeas.

#### ● Rio de Água Preta

De acordo com Sioli (1967) os rios de água preta são aqueles que contêm elevada quantidade de substâncias húmicas coloidais diluídas em suas águas. Tal característica provém do manto de matéria orgânica em decomposição, fornecida pela vegetação florestal existente nas áreas inundáveis das suas nascentes e margens. A isto alia-se o tipo de solo, geralmente podzolizado e arenoso, das cabeceiras onde ocorrem as formações campestres.

Neste trabalho, os melhores exemplos desta classe são os igarapês Taboari Grande e Tapera, situados no município de Uruará.

Deve-se salientar que alguns lagos de terra firme, mesmos aqueles localizados nas áreas-piloto onde não ocorrem a floresta de igapô (vegetação característica das áreas justafluviais inundáveis dos rios de água preta), têm uma cor escura e, conseqüentemente, foram englobados nesta classe por apresentarem resposta espectral idêntica nos dados do MSS/LANDSAT. Todos os corpos d'água foram classificados, tomando como base a tonalidade da lâmina d'água. Com relação ao aspecto sócio-econômico das áreas circunvizinhas onde ocorrem os rios e lagos de água preta, pode-se dizer que elas são bem pouco povoadas e de potencial agrícola reduzido, se comparadas àquelas sob influência dos rios de água barrenta.

#### 4.2 - RESULTADOS DA ANÁLISE AUTOMÁTICA

A análise da cobertura vegetal das áreas de estudo foi realizada através da utilização do algoritmo classificatório MAXVER. Este algoritmo destina-se a classificação ponto a ponto de imagens multiespectrais, sendo que o critério utilizado é o de máxima verossimilhança, segundo classes escolhidas interativamente pelo usuário (Velasco et alii, 1978).

As classes de vegetação e/ou uso da terra observados durante o trabalho de campo (sobrevôo e percurso terrestre) e as propostas para a legenda final serviram como áreas de treinamento para o algoritmo MAXVER.

A grande vantagem da utilização deste algoritmo é que ele apresenta opções que permitem, a cada passo do processo classificatório, uma avaliação dos resultados. Através da opção "matriz de classificação" o usuário pode ter uma previsão de classificação, com uma estimativa do tipo e percentual dos erros. Essa previsão é feita através de uma matriz, onde para cada coluna são dados os percentuais dos pontos classificados corretamente e os classificados em outras classes.

O ideal de classificação é conseguir amostras de treinamento que façam com que a diagonal da matriz aproxime-se de 100%, ou seja, que a maior parte das amostras utilizadas para a classificação caracterizem de fato a classe a que pertencem. Não sendo satisfatório o resultado da matriz, pode-se contar com a opção que permite a "análise das amostras" e verificar se elas não foram bem posicionadas, de modo a reposicioná-las ou selecionar novas amostras.

Quando o resultado é satisfatório, pode-se solicitar a classificação de toda a área de interesse, que é mostrada no vídeo do IMAGE-100. O usuário pode, ainda, confrontar a classificação do vídeo com o seu conhecimento da área e decidir se aquela é satisfatória ou não, podendo todo o processo ser reiniciado.

O procedimento acima descrito foi executado para as três áreas de estudo (Urucará, Careiro e Barreirinha), obtendo-se para cada uma delas a listagem com as classes analisadas, o número de pontos como amostras de treinamento, a média do nível de cinza das amostras de cada classe para cada canal do LANDSAT, a matriz de covariância e a matriz de classificação.

A seguir, para cada área de estudo, será feita uma análise completa dos parâmetros obtidos através do tratamento automático de dados e dos principais problemas encontrados no processo de classificação.

#### 4.2.1 - ÁREA-PILOTO DE BARREIRINHA

A matriz de classificação das classes de cobertura vegetal e uso da terra, na área de Barreirinha, pode ser observada na Tabela 4.4. Através da análise da diagonal da matriz, verifica-se que os valores de classificação correta oscilam entre 92,9% a 99,4%, podendo-se afirmar que um bom nível de classificação foi alcançado com base nas amostras de treinamento escolhidas.

TABELA 4.4

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA-PILOTO DE BARREIRINHA

C L A S S E S	N	1	2	3	4	5	6	7
Rio de água barrenta	0,2	99,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rio de água preta	1,3	0,0	98,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vegetação secundária	0,0	0,0	0,0	99,4	0,6	0,0	0,0	0,0
Ocupação agropecuária	0,0	0,0	0,0	1,2	96,4	2,4	0,0	0,0
Área permanent/e inundada (aninguais)	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	92,9	0,0	0,0
Área periodica/e inundada (campos de várzea)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6	2,4
Floresta equatorial de terra firme	0,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	2,3	96,7

N = percentagem de pontos não-classificados.

Dentre as sete classes identificadas no sistema I-100, a classe "aningal" foi a que apresentou menor valor (92,9%) e uma superposição (7,1%) com a classe "ocupação agropecuária". A classe "vegetação secundária", por sua vez, apresentou o maior valor de classificação correta (99,4%) e uma baixa porcentagem de superposição (0,6%) com a classe "ocupação agropecuária".

Com a análise automática dos dados digitais do LANDSAT, foi alcançado um desempenho médio da ordem de 97,5% na discriminação entre classes, uma confusão média de 2,2% e uma abstenção média de 0,3%, com base nas amostras utilizadas como treinamento.

Na Tabela 4.5 são apresentados os valores médios de níveis de cinza das classes identificadas para cada canal de MSS/LANDSAT.

TABELA 4.5

VALORES MÉDIOS DOS NÍVEIS DE CINZA POR CANAL DO MSS/LANDSAT

CLASSES	MÉDIA DE NÍVEIS DE CINZA POR CANAL DO MSS			
	4	5	6	7
Rio água preta	92,55	13,92	6,49	5,46
Rio água barrenta	43,07	48,45	27,20	10,25
Ocupação agropecuária	31,55	25,20	68,76	74,92
Vegetação secundária	28,22	18,15	82,67	93,29
Floresta equatorial	24,55	15,89	49,83	60,50
Área period. inundada (campos de várzea)	28,13	19,93	51,71	53,90
Área perm. inundada (aningais)	34,71	23,21	80,61	82,93

De acordo com a Tabela 4.5, pode-se notar a distinção entre as classes de massas d'água, explicada pela presença dos sedimentos em suspensão ou em dissolução. Os rios de água preta que carregam sedimentos húmicos em *dissolução* apresentam valores mais baixos de níveis

de cinza, quando se comparam as respostas espectrais das duas classes em cada canal, o que significa maior absorvância da radiação em relação aos rios barrentos, de sedimentos argilosos em *suspensão*.

Comparando-se as classes referentes à vegetação (floresta, vegetação secundária, campos de várzea e aningaís), pode-se notar que a floresta apresenta no canal 5 valores de níveis de cinza mais baixos que as demais classes, isto é facilmente explicado pelo maior teor de elementos clorofilados existentes na biomassa foliar desta classe, o que ocasiona maior absorvância.

A classe "vegetação secundária" apresenta valores espectrais bem elevados (alta reflectância) nos canais 6 e 7 do MSS, o que confirma os resultados obtidos por Santos et alii (1979), em trabalho realizado com projetos agropecuários no município de Paragominas (PA).

Na Tabela 4.6 é mostrada a área ocupada pelas classes de vegetação e uso da terra. É conveniente ressaltar que na análise automática foram identificadas 7 classes, conforme a matriz de classificação anteriormente apresentada. Contudo, após a etapa de verificação de campo, acrescentou-se mais uma classe na legenda, a "floresta equatorial de várzea".

De acordo com o exposto na matriz de classificação, a classe floresta equatorial foi subdividida em duas classes, relativas às áreas em *terra firme* e na *várzea*. Em razão do índice de massa foliar e da semelhança no aspecto de cobertura vegetal entre estas duas classes, não foi possível a separação da floresta equatorial de terra firme daquela de várzea, pois os parâmetros espectrais nos quatro canais do MSS mostravam a superposição entre elas.

Assim, aliando-se às informações de campo o conhecimento da rede de drenagem e a condição topográfica, a identificação e delimitação das duas classes foi realizado no "printout" obtido do I-100. A partir disto, através da contagem de "pixels" no printout, foram obtidas as áreas ocupadas pela floresta de terra firme e de várzea.

TABELA 4.6

ÁREA OCUPADA PELAS CLASSES IDENTIFICADAS NA  
ÁREA-PILOTO DE BARREIRINHA

<u>C L A S S E S</u>	<u>ÁREA (Ha)</u>	<u>ÁREA (%)</u>
Rio de água preta	1.028,50	3,92
Rio de água barrenta	1.818,80	6,92
Ocupação agropecuária	5.623,40	21,43
Vegetação secundária	2.756,60	10,51
Floresta equatorial densa de terra firme	10.979,20	41,85
Floresta equatorial de várzea	135,20	0,52
Área periódica/e inundada (campos de várzea)	2.804,40	10,69
Área permanent/e inundada (aningais)	1.090,40	4,16
<b>T O T A L</b>	<b>26.236,50</b>	<b>100,00</b>

A análise da Tabela 4.6 mostra que a classe "floresta equatorial de terra firme" ocupa 41,85% da área-piloto, o que equivale a 10.979,2 ha, enquanto a floresta de várzea abrange uma área de 135,2 ha (0,52%). A ação antrópica é da ordem de 32%, distribuída em 21,43% como ocupação agropecuária (5.623,4 ha) e 10,51% como vegetação secundária (2.756,6 ha).

O mapa da distribuição espacial das classes de vegetação natural e uso da terra da área-piloto de Barreirinha pode ser observado na Figura 4.7.

A seguir Figura 4.7..

#### 4.2.2 - ÁREA-PILOTO DO CAREIRO

A Tabela 4.7 apresenta a matriz de classificação para as amostras das classes de vegetação e/ou uso da terra para a área do Careiro. A análise da diagonal da matriz permite verificar que existe uma boa previsão de classificação correta, visto que os valores de classificação correta das amostras de treinamento oscilam entre 100,0% a 85,7%.

Pode-se verificar pela Tabela 4.7 que existem alguns problemas na estimativa de classificação. A classe com menor previsão de classificação correta é a "ocupação agropecuária" (85,7%), pois apresenta superposição com as classes "solo exposto" (10,7%) e "campos de várzea" (3,6%). A superposição entre as classes "ocupação agropecuária" e "solo exposto" é perfeitamente explicável, pois as duas possuem em comum o elemento solo exposto, podendo ocasionar respostas espectrais semelhantes. O aparecimento do solo exposto na classe ocupação agropecuária deve-se, provavelmente, à não germinação da gramínea utilizada para a formação de pastagem. Quanto à superposição com a classe "área periodicamente inundada" (campos de várzea), poderia ser explicada da mesma forma, pois as duas possuem em comum o elemento gramínea, o que resulta em respostas espectrais semelhantes.

Com a utilização do algoritmo MAXVER, a classificação automática teve um desempenho médio de 93,6%, uma confusão média entre as classes de 6,3% e uma abstenção média de 0,1%, ou seja, apenas 0,1% dos pontos das amostras deixou de ser classificado.

TABELA 4.7

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA-PILOTO DO CAREIRO

C L A S S E S	N	1	2	3	4	5	6	7
Rio de água preta	0,8	99,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ocupação agropecuária	0,0	0,0	85,7	10,7	0,0	0,0	3,6	0,0
Solo exposto	0,0	0,0	6,2	93,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Floresta equatorial densa de terra firme	0,0	0,0	2,7	0,0	93,6	0,4	3,4	0,0
Vegetação secundária	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
Área periodicamente inundada (campos várzea)	0,0	0,0	11,2	0,0	0,0	0,0	87,9	0,9
Área permanentemente inundada (aninguais)	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	95,0

N = percentagem de pontos não-classificados.

A Tabela 4.8 apresenta a média dos valores de níveis de cinza das classes de vegetação e/ou uso da terra para a área do Careiro.

Pode-se verificar por esta tabela que a classe "solo exposto" apresentou valores muito altos de níveis de cinza em todos os canais. Talvez, devido ao pequeno número de "pixels" utilizados como amostras de treinamento (16), não tenha sido possível a perfeita caracterização desta classe.

Como para a área anterior de Barreirinha, a classe "vegetação secundária" para a área-piloto do Careiro também apresentou níveis de cinza elevados nos canais 6 e 7, o que confirma que esta classe apresenta uma alta reflectância nessas bandas espectrais (Santos et alii, 1979).

TABELA 4.8

VALORES MÉDIOS DOS NÍVEIS DE CINZA POR CANAL MSS/LANDSAT

C L A S S E S	MÉDIA DOS NÍVEIS DE CINZA POR CANAL MSS/LANDSAT						
	4	5	6	7	6	5	4
Rio de água preta	17,88	18,41	12,88	6,90			
Rio de água barrenta	36,26	49,12	26,86	9,41			
Ocupação agropecuária	29,64	44,36	66,50	69,21			
Solo exposto	48,81	90,25	100,44	84,44			
Floresta equatorial densa de terra firme	19,54	20,32	61,29	72,56			
Vegetação secundária	22,63	23,31	93,81	109,09			
Área periodicamente inundada (campos de várzea)	24,62	25,59	59,49	62,80			
Área permanentemente inundada (aninguais)	31,80	37,95	59,70	54,55			

A Tabela 4.9 apresenta a área ocupada pelas classes de uso da terra e/ou vegetação natural da área do Careiro, obtida através do programa "Theme Area", implementando no IMAGE-100, bem como a percentagem de ocorrência de cada uma das classes. Pode-se verificar pela tabela que a classe "floresta equatorial densa de terra firme" ocupa a maior parte da área (53,67%), correspondendo a 13.685,80 ha. A ação antrópica na área atingiu aproximadamente 28%, correspondendo a 17,15% na classe vegetação secundária (4.373,50 ha) e 10,50% na classe ocupação agropecuária (2.677,30 ha). A classe com menor percentagem de ocorrência foi a "solo exposto", com apenas 101,80 ha, correspondendo a 0,41% da área estudada.

TABELA 4.9

ÁREA OCUPADA PELAS CLASSES IDENTIFICADAS NA ÁREA-PILOTO DO CAREIRO

CLASSES	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
Rio de água preta	469,40	1,84
Ocupação agropecuária	2.677,30	10,50
Vegetação secundária	4.373,50	17,15
Floresta equatorial densa de terra firme	13.685,80	53,67
Floresta equatorial de várzea	823,60	3,23
Área periódica/e inundada (campos de várzea)	3.196,20	12,54
Área permanent/e inundada (aningais)	169,70	0,67
Solo exposto	101,80	0,40
TOTAL	25.497,30	100,00

Na área do Careiro, a classe "área periodicamente inundada (campos de várzea)" inclui, além dos campos de várzea localizados na planície aluvial do rio Amazonas, os "lagos artificiais" decorrentes da construção da BR-319 e suas vicinais, e algumas áreas que são periodicamente inundadas ao redor dos lagos de água preta que ocorrem

na terra firme. Estas áreas ao redor dos lagos em geral, durante o período das cheias, assemelham-se aos igapós, pois a lâmina de água inunda a floresta que se situa nas margens desses lagos. A subdivisão da classe "área periodicamente inundada" só pode ser feita devido às observações de campo.

A classe "área permanentemente inundada (aningais)" inclui além da vegetação hidrófila, característica da planície aluvial denominada aninga (*Montrichardia arborescens*), os "lagos artificiais" com matéria orgânica em decomposição, formados em decorrência da construção da BR-319 (Manaus-Porto Velho) e de suas vicinais. Estes aspectos só puderam ser observados durante o trabalho de campo.

A Figura 4.8 apresenta o mapa de distribuição das classes de vegetação natural e/ou uso da terra, obtido através da análise automática e dos dados de campo, para a área-piloto do Careiro.

#### 4.2.3 - ÁREA-PILOTO DE URUCARÁ

A Tabela 4.10 apresenta a matriz de classificação para as amostras das classes de vegetação e/ou uso da terra da área de Urucará. A análise da diagonal da matriz de classificação permite verificar que existe uma boa previsão de classificação correta, visto que esses valores oscilam entre 91,2% e 99,3%.

Apesar dos altos valores obtidos na diagonal da matriz, pode-se verificar que existem alguns problemas na estimativa de classificação. A classe com menor previsão de classificação correta é a "floresta equatorial densa de terra firme" (91,2%), que apresenta superposição com as classes "campos de várzea" (5,5%) e "vegetação secundária" (2,4%). A superposição entre essas classes é perfeitamente explicável, pois com relação aos campos de várzea, na época da obtenção das imagens (final do período das cheias), os campos possuíam uma densa vegetação de gramíneas, o que ocasiona uma resposta espectral semelhante à floresta equatorial. No caso da vegetação secundária, esta classe também apresentou-se como vegetação densa, confundindo-se com a resposta espectral da floresta equatorial.

Outra classe que apresentou superposição foi a "área periodicamente inundada (campos de várzea)", com 91,3% de previsão de classificação correta, havendo confusão com as classes "ocupação agropecuária/núcleo urbano" (5,2%) e "floresta de igapô" (2,9%). A superposição com a classe de ocupação agropecuária poderia ser explicada pelo fato de que as duas possuem o mesmo tipo de vegetação - gramínea - podendo ocorrer respostas espectrais semelhantes. A explicação para a superposição com a floresta de igapô seria a ocorrência do elemento água nas duas classes, o que ocasiona, portanto, confusão nas respostas espectrais.

TABELA 4.10

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA-PILOTO DE URUCARÁ

C L A S S E S	N	1	2	3	4	5	6	7
Floresta equatorial densa de terra firme	0,0	91,2	0,0	2,4	0,9	0,0	5,5	0,0
Rio de água preta	0,0	0,0	99,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
Vegetação secundária	0,0	0,0	0,0	96,3	2,9	0,0	0,8	0,0
Ocupação agropecuária/núcleo urbano	0,0	1,0	0,0	7,0	92,0	0,0	0,0	0,0
Floresta de igapó	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	93,2	5,7	0,0
Área periodicamente inundada (campos de várzea)	0,0	0,6	0,0	0,0	5,2	2,9	91,3	0,0
Rio de água barrenta	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	98,8

N = percentagem de pontos não-classificados.

Deve ser ressaltada, ainda, a superposição de 7% entre as classes de "ocupação agropecuária/núcleo urbano" e "vegetação secundária". Como a classe de vegetação secundária já foi uma área de ocupação agropecuária, ela ainda apresenta elementos em comum (gramínea) com a classe agropecuária, de ocupação recente.

Com a utilização do algoritmo MAXVER, a classificação automática apresentou um desempenho médio de 94,7%, uma confusão média entre as classes de 5,3% e uma abstenção média de 0%, ou seja, todos os pontos das amostras foram classificados.

A Tabela 4.11 apresenta a média dos valores de níveis de cinza das classes de vegetação natural e/ou uso da terra para a área de Urucará.

TABELA 4.11

VALORES MÉDIOS DE NÍVEIS DE CINZA POR CANAL DO MSS/LANDSAT

CLASSES	MÉDIA DOS NÍVEIS DE CINZA POR CANAL DO MSS/LANDSAT			
	4	5	6	7
Floresta equatorial densa de terra firme	25,89	16,87	54,51	64,52
Rio de água preta	21,59	12,41	3,89	3,85
Vegetação secundária	28,64	19,54	78,58	88,56
Ocup. Agrop./núcleo urbano	37,71	38,06	55,54	54,84
Floresta do Igapô	25,38	17,36	29,26	29,14
Área period. inundada (campos várzea)	29,99	21,73	50,37	50,86
Rio de água barrenta	30,58	25,43	11,02	5,29

Pode-se perceber por esta tabela que as classes "floresta equatorial", "vegetação secundária" e "área periodicamente inundada" apresentam valores médios de níveis de cinza semelhantes, principalmente nos canais 4 e 5, o que confirma a superposição apresentada entre essas classes.

A classe "vegetação secundária" apresentou os maiores valores médios de níveis de cinza nos canais 6 e 7, o que representou alta reflexão desta vegetação na região do infravermelho próximo.

A classe "rio de água preta" apresentou valores médios de níveis de cinza mais baixos em todos os canais do MSS/LANDSAT. Comparando esta classe com a do "rio de água barrenta", pode-se notar que os níveis de cinza aumentaram em todos os canais, o que representou uma maior reflexão da energia devido aos sedimentos em suspensão.

Durante o trabalho de campo, na área-piloto de Urucará, foram observadas nove classes de vegetação natural e/ou uso da terra. Quando foi realizada a análise automática da área, o número de classes foi reduzido para sete. As classes "campinas amazônicas" e "floresta de várzea", verificadas no campo, foram classificadas como "campos de várzea" e "floresta equatorial de terra firme", respectivamente.

As campinas amazônicas e os campos de várzea apresentaram a mesma resposta espectral, quando classificadas pelo sistema I-100. Tal fato poderia ser explicado pela elevação do nível do lençol freático das áreas de campinas no período das cheias, o que ocasiona respostas espectrais semelhantes. Entretanto, a tipologia florestal e a localização geográfica dessas duas classes indicam que entre elas existem diferenças ecológicas, considerando-se que as campinas ocorrem em terra firme e os campos de várzea integram o complexo da planície aluvial do rio. Portanto, a separação entre estas duas classes foi feita com base no sobrevôo, quando ficaram evidenciadas as diferenças ecológicas, e no percurso terrestre, quando foram obtidas informações seguras da existência da campina amazônica no traçado da estrada São Sebastião/Urucará.

As áreas classificadas como "floresta" no sistema I-100 (IMAGE-100) não apresentaram diferenças espectrais entre as florestas que recobrem a terra firme e as que ocorrem nas várzeas. Portanto, ao final da classificação tinha-se apenas uma classe para representar duas situações diferentes. Para separá-las, procurou-se, com base na rede de drenagem e nas classes de vegetação características da planície aluvial, delimitar os limites entre a várzea e a terra firme. Após esta delimitação foi possível a separação entre as duas classes de floresta.

A Tabela 4.12 apresenta a área ocupada pelas classes de vegetação natural e/ou uso da terra da área-piloto de Urucará, obtida pela contagem de "pixels" do mapa alfanumérico resultante da classificação automática, bem como a percentagem de sua ocupação. O cálculo da área para as classes "campinas amazônicas" e "floresta equatorial de várzea" foi feito também a partir do mapa alfanumérico, sendo que a delimitação delas nesse mapa foi feita a partir dos dados de campo.

TABELA 4.12

ÁREA OCUPADA PELAS CLASSES IDENTIFICADAS NA ÁREA-PILOTO DE URUCARÁ

CLASSES	ÁREA (HA)	ÁREA (%)
Rio de água preta	602,60	2,37
Rio de água barrenta	435,80	1,72
Ocupação agropecuária/núcleo urbano	1.320,30	5,20
Vegetação secundária	3.664,40	14,43
Floresta equatorial densa de terra firme	16.297,20	64,15
Floresta equatorial de várzea	918,50	3,62
Floresta de igapô	1.461,20	5,75
Área periódica/e inundada (campos de várzea)	597,80	2,35
Campinas amazônicas	103,70	0,41
TOTAL	25.401,60	100,00

Pode-se verificar pela Tabela 4.12 que a classe "floresta equatorial de terra firme" ocupa a maior parte da área (64,15%), correspondendo a 16.297,20 ha. A ação antrópica na área atingiu aproximadamente 20% e correspondeu a 14,43% na classe "vegetação secundária" (3.664,40 ha) e 5,20% na classe "ocupação agropecuária/núcleo urbano" (1.320,20 ha). Vale ressaltar que na classe ocupação agropecuária/núcleo urbano foram incluídas as áreas urbanas de Urucará e São Sebastião. A classe com menor percentagem de ocorrência foi a campina amazônica, com apenas 103,70 ha, correspondendo a 0,41% da área estudada.

A Figura 4.9 apresenta o mapa de distribuição espacial das classes de vegetação natural e/ou uso da terra, obtido através da análise automática e dos dados de campo, para a área-piloto de Urucará.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES

Com bases nos resultados obtidos da análise automática dos dados do LANDSAT e da etapa de campo foi identificado um total de 11 classes de vegetação e uso da terra.

O conhecimento da localização e da extensão ocupada por cada classe, nas áreas-piloto de Barreirinha, Careiro e Urucarã, poderá ser usado como subsídio aos que pretendem operar na política de utilização racional dos recursos naturais renováveis da região.

Analisando as áreas-piloto, pode-se concluir que Barreirinha possui o maior percentual em área de ocupação agropecuária implantada, enquanto a área-piloto de Urucarã tem o maior índice areal da classe *floresta equatorial densa de terra firme* e o menor índice de ocupação agropecuária. Por sua vez, a área-piloto do Careiro apresenta, em razão da ocupação itinerante, alto percentual de *vegetação secundária*, cujos sinais de degradação da cobertura vegetal podem também ser notados com a identificação de classe *solo exposto*, decorrente da construção da rede viária.

Pode-se concluir, também, que a área-piloto do Careiro tem um elevado potencial a ser explorado com fins agropecuários, se comparado às demais áreas em razão da existência, em seus domínios, do maior percentual da classe *campos de várzea*, lembrando-se que a fertilidade dos solos nestas áreas é renovada com a deposição de nutrientes no período das cheias.

Com relação às classes de vegetação e/ou uso da terra pode-se concluir que não foi possível a separação entre a *floresta equatorial densa de terra firme* e a *floresta equatorial de várzea*, utilizando apenas a análise automática dos dados digitalizados do LANDSAT. O mesmo caso aconteceu para as classes *campos de várzea* e *campinas amazônicas*.

*nicas*. Somente através da caracterização da tipologia florestal e da localização geográfica dessas classes, informações essas obtidas durante o trabalho de campo (sobrevôo e percurso terrestre) é que foi possível a separação e o mapeamento dessas classes de vegetação para as áreas estudadas.

Os resultados obtidos neste trabalho, através da metodologia empregada, poderão servir de subsídios para atingir as metas específicas do projeto do PDRI/AM. Essas metas estão voltadas ao conhecimento dos recursos naturais, dentro das quais destacam-se a distribuição espacial das comunidades rurais, a capacitação de técnicos no levantamento de recursos naturais e a preparação de mapas para o planejamento de ocupação, controle de desmatamento e seleção de reservas florestais no Estado do Amazonas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, L.C.S.; SHIMABUKURO, Y.E.; SANTOS, J.R. Análise automática dos dados do LANDSAT no levantamento da vegetação natural e uso atual na área-piloto de Barreirinha/AM. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2., Brasília, 10-14 mai., 1982.
- CAMPBELL, J.G. The use of LANDSAT MSS data for ecological mapping. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE REMOTE SENSING SOCIETY, 9., London, 1981. *Matching Remote Sensing Technologies and their applications; Proceedings*. Reading, England, Remote Sensing Society, 1981, p. 143-161.
- DANJOY, W.A.; SADOWSKI, F.G. Use of LANDSAT in the study of forest classification in the tropical jungle. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 12., Ann Arbor, MI, 1978. *Proceedings*. Ann Arbor, MI, ERIM, 1978. V.2 p. 947-955.
- DUTRA, L.V. *Desenvolvimento de alguns métodos de pós-processamento aplicados a imagens digitais multiespectrais (técnica de uniformização de temas)*. São José dos Campos, INPE. No prelo.
- FOX III, L.; MAYER, K.E. Using guided clustering techniques to analyse LANDSAT data for mapping forest land cover in northern California. In: ANNUAL SYMPOSIUM ON MACHINE PROCESSING OF REMOTE SENSED DATA, 5., West Lafayette, IN, 1979. *Proceedings*. New York, NY, IEEE, c 1979, p. 364-367.
- GENERAL ELECTRIC (GE). *Image-100-interactive multispectral image analysis system; user manual*. Daytona, FL, 1975.
- JOYCE, A.T.; IVEY, J.H.; BURNS, G. The use of LANDSAT MSS data for detecting land use changes in forestland. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING ENVIRONMENT, 14., San Jose, Costa Rica, 1980. *Proceedings*. Ann Arbor, MI, ERIM, 1980. V.2, p. 979-988.
- MAXWELL, E.L. Information theory applied to remote sensing. In: SHAHROKHI, F., ed. *Remote sensing of earth resources*. Tullahoma, TN, University of Tennessee, 1975. V.4, p. 43-67.

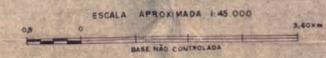
- MILLER, L.D.; WILLIAMS, D.L. Monitoring forest canopy alteration around the world with digital analysis of LANDSAT imagery. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING FOR THE OBSERVATION AND INVENTORY OF EARTH RESOURCES AND ENDANGERED ENVIRONMENT, Freiburg, Germany, Jul. 2-8, 1978. *Proceedings*. Freiburg, ISP/IUFRO, 1978. v.3, p. 1721-1762 (International Archives of Photogrammetry V.22-7).
- MOLION, L.C.B.; BENTANCURT, J.J.V. O clima e o uso da terra nos trópicos úmidos. *Roessléria*, 3 (2): 165-187, 1980.
- MOREIRA, M.A.; CHEN, S.C.; LIMA, A.M. Estudo do método uniformização de temas (UNITOT) e análise da correlação entre áreas estimadas utilizando dados do LANDSAT e fotografias aéreas. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remot*, 2., Brasília, 10-14 mai., 1982.
- MURINE, G.E. The effects of varying training set size on multispectral scanner data classification. In: SHAHROKHI, F., ed. *Remote sensing of earth resources*. Tullahoma, TN., University of Tennessee, 1975. v.4, p. 743-758.
- NEWLAND, W.; PETERSON, D.; NORMAN, S. Burk processing techniques for very large areas: LANDSAT classification of California. In: ANNUAL SYMPOSIUM ON MACHINE PROCESSING OF REMOTELY SENSED DATA AND SOIL INFORMATION SYSTEMS AND REMOTE SENSING AND SOIL SURVEY, 6., West Lafayette, IN, 1980. *Proceedings*. New York, NY, IEEE, c 1980, p. 306-318.
- PIIRVEE, R.; BRAUN, K.N. An application of the aries system to ground vegetation mapping for forestry. In: CANADIAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING, 5., Victoria, BC, 1978. *Proceedings*. Victoria, BC, Pacific Forest Research Center, 1978, p.79-85.
- PINTO, J.H.D.; SANTOS, J.R.; CHIANG, L.C.; NIERO, M.; PINTO, S.A.F.; CARVALHO, V.C. *Levantamento integrado dos recursos naturais da área do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós) baseado nas imagens MSS do LANDSAT*. São José dos Campos, INPE, set. 1979. (INPE-1577-RPE/074).
- SANTOS, A.P.; NOVO, E.M.L.M. *Uso de dados do LANDSAT na implantação, controle e acompanhamento de projetos agropecuários no sudoeste da Amazônia Legal*. Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, INPE, 1977. (INPE-1044-TPT-056).

- SANTOS, A.P.; NOVO, E.M.L.; DUARTE, V. *Relatório final do projeto INPE/SUDAM*. São José dos Campos, INPE, out. 1979. (INPE-1610-RPE/085).
- SANTOS, J.R.; HERNANDES FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y.E. *Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em vegetação*. São José dos Campos, INPE, ago. 1981. (INPE-2215-MD/010).
- SHIMABUKURO, Y.E.; SANTOS, J.R. dos; AQUINO, L.C.S. *Vegetation survey in Amazonia using LANDSAT data*. São José dos Campos, INPE, mai. 1982. (INPE-2409-PRE/119).
- SIOLI, H. Studies in Amazon water. *Limnologia*, (3): 9-50, 1967.
- Rios tropicais: problemas ecológicos e relações às condições ambientais terrestres. *Brasil Florestal*, 9(45): 9-21, 1981.
- SOARES, L.C. Hidrografia. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Geografia do Brasil: Região Norte*. Rio de Janeiro, 1977. v.1, p. 95-166.
- VELASCO, F.R.D.; PRADO, L.O.C.; SOUZA, R.C.M. *Sistema MAXVER: Manual do Usuário*. São José dos Campos, INPE, jul. 1978 (INPE-1315-NTI/110).

MAPA DE VEGETAÇÃO E USO DA TERRA  
DA ÁREA PILOTO DE BARREIRINHA

PDRI-AM

1ª EDIÇÃO 1993



TÉCNICOS PARTICIPANTES  
INPE: ARMANDO P. DOS SANTOS  
JOÃO ROBERTO DOS SANTOS  
CODEAMA: LUIZ CARLOS SÉRGIO DE AQUINO  
DES. IRENE MÁRCIA SALES DE LIMA

LEGENDA TEMÁTICA

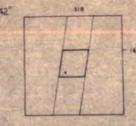
- A** - RIO DE ÁGUA BARRENTE
- B** - RIO DE ÁGUA PRETA
- VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA
- Ocupação AGROPECUÁRIA
- ÁREA PERMANENTEMENTE INUNDADA (ANINGAIS)
- ÁREA PERIODICAMENTE INUNDADA (CAMPOS DE VÁRZEA)
- FLORESTA EQUATORIAL DE TERRA FIRME
- FLORESTA EQUATORIAL DE VÁRZEA

METODOLOGIA

Aquisição de imagens - ABO / 1982  
Análise Automática Preliminar - ABO / 1982 - SET / 1982  
Serviço de Campo - NOV / 1982 - DEZ / 1982  
Seleção - OUT / 1982  
Análise Automática Final - JAN / 1983  
Classificação - FEA / 1983  
Revisão - MAR / 1983



COBERTURA DA IMAGEM NO ESTADO  
E SITUAÇÃO DA FOLHA NO ESTADO



ÍNDICE DA COBERTURA

ORBITA	PONTO	DATA
318	14	16-06-80

ARTICULAÇÃO DOS MAPAS  
DO D.S.G. (Ref.)

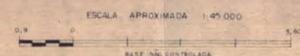
MI-466	MI-468	MI-470
MI-522	MI-523	MI-524
MI-583	MI-584	MI-585

Este mapa foi preparado através de análise automática dos dados MSS do satélite LANDSAT, realizada no sistema interativo multiespectral - Image-IOG(IZIO), pelo Departamento de Aplicações de Dados de Satélite (DDS) - INPE/CNPq - São José dos Campos-SP

Mapa preparado pelo segmento de Recursos Naturais - PDRI-AM/CODEAMA

MAPA DE VEGETAÇÃO E USO DA TERRA  
DA ÁREA PILOTO DO CAREIRO  
**PDRI-AM**

1ª EDIÇÃO 1983



TÉCNICOS PARTICIPANTES  
INPE: ARMANDO P. DOS SANTOS  
JOÃO ROBERTO DOS SANTOS  
CODEAMA: LUIZ CARLOS SÉRVULO DE AQUINO  
DES: IRLENE MÂRCIA SALES DE LIMA

LEGENDA TEMÁTICA

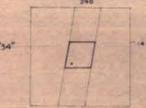
- RIO DE ÁGUA PRETA
- VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA
- OCUPAÇÃO AGROPECUÁRIA
- ÁREA PERMANENTEMENTE INUNDADA (ANINÇAIIS)
- ÁREA PERIÓDICAMENTE INUNDADA (CAMPOS DE VÁRZEA)
- FLORESTA EQUATORIAL DE VÁRZEA
- FLORESTA EQUATORIAL DE TERRA FIRME
- SOLO EXPOSTO
- ESTRADA BR-319 - MANAUS/PORTO VELHO

METODOLOGIA

Aquisição de imagens - AGO/1982  
Análise Automática Preliminar - AGO/1982 - SET/1982  
Sobrevô - OUT/1982  
Serviço de Campo - NOV/1982 - DEZ/1982  
Análise Automática Final - JAN/1983  
Desenho - FEV/1983  
Revisão - MAR/1983



COBERTURA DA IMAGEM NO ESTADO  
ESTIMADA DA FOLHA NO ESTADO



ÍNDICE DA COBERTURA

ORBITA	PONTO	DATA
246	14	28/06/81

ARTICULAÇÃO DOS MAPAS  
DO D.S.G. (Ref.)

M-517	M-518	M-519
M-570M-579	M-580	
M-641	M-642	M-643

Este mapa foi preparado através de análise automática dos dados MSS de satélite LANDSAT, realizada pelo sistema integrado multispectral - Imagem 1001-1003, pelo Departamento de Aplicações de Dados de Satélite (DDS) - INPE/INPq, São José dos Campos - SP.

Mapa preparado pelo Sistema de Recursos Espaciais  
PDRI - AM/ CODEAMA

MAPA DE VEGETAÇÃO E USO DA TERRA  
DA ÁREA PILOTO DE URUCARÁ

PDR1-AM

1ª EDIÇÃO 1983



TECNICOS PARTICIPANTES  
INPE: ARMANDO P. DOS SANTOS  
JÓÃO ROBERTO DOS SANTOS  
CODEAMA: LUIZ CARLOS SÉRVULO DE AQUINO  
DES: IRENE MÂRCIA SALES DE LIMA

LEGENDA TEMÁTICA

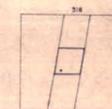
- A** - RIO DE ÁGUA BARRENTA
- B** - RIO DE ÁGUA PRETA
- VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA
- OCUPAÇÃO AGROPECUÁRIA / NÚCLEO URBANO
- ÁREA PERMANENTEMENTE INUNDADA (FLORESTA DE IGAPÓ)
- ÁREA PERIODICAMENTE INUNDADA (CAMPOS DE VÁRZEA)
- FLORESTA EQUATORIAL DE TERRA FIRME
- FLORESTA EQUATORIAL DE VÁRZEA
- CAMPINA AMAZÔNICA
- NÚCLEOS URBANOS: Urucará, São Sebastião do Uatumã e Colônia Boa Esperança

METODOLOGIA

Aquisição de Imagem - 8/00 / 1982  
Análise Automática Preliminar - 8/00 / 1982 - SET / 1982  
Sobrevôo - OUT / 1982  
Serviço de Computação - NOV / 1982 - DEZ / 1982  
Análise Automática Final - JAN / 1983  
Desenho - FEV / 1983  
Revisão - MAR / 1983



COBERTURA DA IMAGEM NO ESTADO  
E SITUAÇÃO DA FOLHA NO ESTADO



ÍNDICE DA COBERTURA

GRITA	PONTO	DATA
318	14	8-06-80

ARTICULAÇÃO DOS MAPAS  
DO D.S.G. (Rel.)

M-468	M-469	M-469
M-521	M-522	M-523
M-562	M-563	M-564

Este mapa foi preparado através de análise automática dos dados MSS do satélite LANDSAT, realizado no sistema interativo multispectral - Imagem ICCI-ICC, pelo Departamento de Aplicações de Dados de Satélite (DIDS) - INPE/CNPq São José dos Campos - SP.

Mapa preparado pelo Setor de Recursos Espaciais - PDR1-AM/CODEAMA