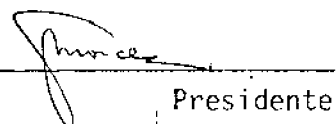


1. Publicação nº <i>INPE-3907-TDL/226</i>	2. Versão	3. Data <i>Maio, 1986</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DRH/DSR</i>	Programa <i>FRH/SER</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>SENSORIAMENTO REMOTO COLONIZAÇÃO TM LANDSAT</i>			
7. C.D.U.: <i>528,711,7;325,11(811,2)</i>			
8. Título <i>INPE-3907-TDL/226</i>		10. Páginas: 78	
AVALIAÇÃO DE DADOS OBTIDOS PELO TM LANDSAT PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE COLONIZAÇÃO DE MI CRORREGIÃO DO ALTO PURUS ESTADO DO ACRE		11. Última página: 65	
		12. Revisada por  <i>Hermann Kux</i> Hermann Kux	
9. Autoria <i>Ailton Luchiani</i>		13. Autorizada por  <i>Marco Antonio Raupp</i> Marco Antonio Raupp Diretor Geral	
Assinatura responsável <i>Ailton Luchiani</i>			
14. Resumo/Notas  <i>Neste trabalho avaliou-se o potencial das imagens do TM LANDSAT para o levantamento de informações relativas à drenagem e vegetação, na Microrregião do Alto Rio Purus, Estado do Acre. Nesta área vem ocorrendo um intenso processo de ocupação do solo pela implantação de projetos de colonização. As informações sobre a drenagem e a vegetação constituem dados importantes para o planejamento da ocupação, pois nesta área verifica-se a carência de tais dados. A análise das imagens, através do processamento digital, permitiu a obtenção de alguns resultados promissores. A partir da avaliação desses resultados foram feitas considerações sobre o potencial das imagens do TM LANDSAT e sua aplicabilidade em áreas sob cobertura florestal densa.</i>			
15. Observações <i>Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto aprovada em setembro de 1985.</i>			

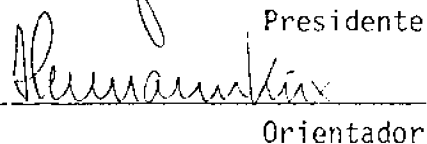


Aprovada pela Banca Examinadora  
em cumprimento a requisito exigido  
para a obtenção do Título de Mestre  
em Sensoriamento Remoto

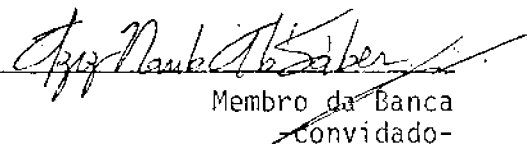
Dra. Evelyn Márcia Leão de Moraes Novo

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

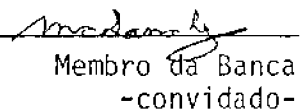
Dr. Hermann Kux

  
\_\_\_\_\_  
Orientador

Dr. Aziz Nacib Ab'Sáber

  
\_\_\_\_\_  
Membro da Banca  
-convidado-

Dr. Miguel César Sanches

  
\_\_\_\_\_  
Membro da Banca  
-convidado-

Candidato: Ailton Luchiari

São José dos Campos, 26 de setembro de 1985



Àqueles que relataram:

"aqui quase ninguém tem casa boa, a madeira fica apodrecendo no lote" (Oswaldo Lazaretti)

"no Acre seca tudo, tenho que andar dois quilômetros p'ara tomar banho" (Marcelo Lima)

"a lavoura não vende, o problema é estrada" (Iris)

"antigamente era difícil faltar caça, agora só tem *imbiara* - paca, jacú cotia" (Francisco Mariano)

"o Acre tá lascado sem seringa" (Francisco A. Pinto)

"eu achava melhor a parte da seringa, não me dou em colônia" (Antonio)

"No Brasil eles confundem tudo. O INCRA não respeitou os posseiros. Isso acolá era tudo ponto de seringa!". (Francisco Pereira)

"estão acabando com o Acre, estão derrubando todas as seringas do Acre" (Roberto Correa)

"outro problema aqui é o posto de saúde, fica a oito quilômetros ... a malária é muita e a hepatite também" (José Maria)

"p'ara refrigero do povo é a castanha e borracha"

"podia ser que colonizasse as frentes do lote e deixasse os fundos p'ara seringa" (Chiquinho)

e aos demais colonos dos  
projêtos de colonização

D E D I C O



#### ABSTRACT

*The potential use of the TM LANDSAT imagery to obtain information concerning drainage and vegetation in the Microregion of the Upper Purus River, eastern Acre State, is evaluated in this study. An intense occupation process has taken place in this area by means of the establishment of several settlement projects. The information concerning both the drainage and vegetation are important data for the occupation planning, considering that such data are not available in this area. The analysis of the images through digital processing provided some auspicious results. The evaluation of these results allowed many considerations on the potential of TM LANDSAT imagery and their applicability in areas covered by tropical rain forests.*





## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS .....	
LISTA DE TABELAS .....	
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u> .....	1
<u>CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u> .....	9
2.1 - Avaliação da bibliografia sobre a utilização das técnicas de sensoriamento remoto para o estudo da rede de drenagem .....	9
2.2 - Avaliação da bibliografia sobre a utilização das técnicas de sensoriamento remoto para o estudo da cobertura vegetal .....	11
2.3 - O sensor Thematic Mapper e seu potencial para aplicações em estudos ambientais .....	13
<u>CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO</u> .....	17
3.1 - Localização .....	17
3.2 - Unidades ambientais .....	18
3.2.1 - Área de planícies e terrenos aluviais .....	18
3.2.2 - Baixos platôs .....	20
3.3 - O homem e a floresta .....	22
3.3.1 - A utilização dos recursos oferecidos pela floresta .....	22
3.3.2 - Agricultura .....	23
<u>CAPÍTULO 4 - MATERIAIS E MÉTODOS</u> .....	27
4.1 - Materiais .....	27
4.1.1 - Imagens do TM LANDSAT .....	27
4.1.2 - Imagens de RADAR.....	27
4.1.3 - Material cartográfico .....	28
4.2 - Métodos .....	28
4.2.1 - Definição da legenda e dos módulos .....	28
4.2.2 - Técnicas de processamento digital utilizadas .....	32
4.2.2.1 - Técnicas de pré-processamento .....	32
4.2.2.2 - Classificação de padrões .....	34
4.2.3 - Metodologia utilizada para análise da rede de drenagem .....	36
4.2.4 - Metodologia usada para avaliar a classificação de padrões .....	37

	<u>Pág.</u>
<u>CAPÍTULO 5 - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</u> .....	39
5.1 - Identificação da rede de drenagem .....	39
5.2 - Avaliação das classes de cobertura vegetal e de ação antrópica .....	46
<u>CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO</u> .....	57
6.1 - Discriminação da rede de drenagem .....	57
6.2 - Discriminação da cobertura florestal .....	58
6.3 - Considerações finais .....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61

## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
1.1 - Localização dos projetos de assentamento dirigido (PAD) e dos projetos de assentamento rápido (PAR) na área coordenada pela CEAO .....	4
3.1 - Área de estudo: Projeto de Assentamento Dirigido Pedro Peixoto e Projeto Redenção .....	18
4.1 - Unidades fisiográficas da área .....	30
4.2 - Localização aproximada do módulo I Plácido de Castro (interflúvios colinosos).....	31
4.3 - Localização aproximada do módulo II BR 317 (interflúvios tabulares) .....	31
4.4 - Resultado da classificação média k .....	35
5.1 - Resultado da filtragem isotrópica aplicada à banda 5 - módulo I Plácido de Castro .....	40
5.2 - Resultado da filtragem isotrópica aplicada à banda 5 - módulo II BR 317 .....	41
5.3 - Regressão entre as amostras de densidade de drenagem (Dd) do módulo I .....	42
5.4 - Regressão entre as amostras de densidade de drenagem (Dd) do módulo I (terraços e planícies aluviais) .....	43
5.5 - Regressão entre as amostras de drenagem (Dd) do módulo II .....	44
5.6 - Resultado da classificação MAXVER, módulo I .....	50
5.7 - Resultado da classificação MAXVER, módulo II .....	51



## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
1.1 - PADs existentes no Estado do Acre .....	5
1.2 - PARs existentes na área coordenada pela CEAO .....	5
2.1 - Relação das bandas espectrais do TM e principais aplicações	13
3.1 - Unidades ambientais na área .....	19
3.2 - Plantas indicadoras de fertilidade do solo.....	24
3.3 - Calendário agrícola das principais culturas temporárias na área .....	25
5.1 - Análise de variância (teste F) - módulo I .....	45
5.2 - Análise de variância (teste F) - módulo I (terraços e planí- cies aluviais) .....	45
5.3 - Análise de variância (teste F) - módulo II .....	46
5.4 - Matriz de classificação MAXVER - módulo I .....	48
5.5 - Matriz de classificação MAXVER - módulo II .....	49
5.6 - Matriz de confusão de cada classe - módulo I .....	52
5.7 - Exatidão da classificação resultante - módulo I .....	52
5.8 - Matriz de confusão de cada classe - módulo II .....	54
5.9 - Exatidão da classificação resultante - módulo II .....	54



## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

A ocupação da Amazônia tendo por base a pequena propriedade agrícola, que utiliza a mão-de-obra familiar na geração de produtos destinados ao autoconsumo, vem sendo feita desde o início da década de 60. A partir da construção da rodovia Belém-Brasília, houve um fluxo migratório composto de agricultores sem terra, provindos de todas as regiões do País em direção às margens da rodovia. Estes agricultores ocuparam terras ainda não desmatadas e cultivaram principalmente produtos de subsistência.

Os objetivos para o desenvolvimento da região Amazônica foram reformulados com a implantação do novo governo a partir de 1964. Assim grupos empresariais do Sul do País, que se beneficiaram da política de incentivos fiscais, implantaram grandes latifúndios destinados à exploração agropecuária. Desta forma grandes áreas, que em muitos casos constituíam os seringais, foram vendidas a preços irrisórios para dar lugar à agricultura e pecuária. Estes objetivos de desenvolvimento da região, através dos grandes projetos agropecuários, permaneceram até o final desta década de 60.

Com a criação do Programa de Integração Nacional (PIN), no início dos anos 70, a Amazônia voltou a ser ocupada por pequenas propriedades agrícolas, mas desta vez através da colonização dirigida. O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) é o principal órgão responsável pela promoção e a execução dos projetos de colonização.

Inicialmente, a colonização destinou-se à promoção do povoamento ao longo das rodovias Transamazônica e Cuiabá-Santarém, as quais constituíam as metas prioritárias do PIN. Duas áreas concentraram o maior número de projetos; uma delas no Estado do Pará que engloba os Municípios de Estreito, Marabá e Altamira; e a outra no então Território de Rondônia. Os projetos de colonização apresentavam característi

cas de loteamento urbano; sede; execução de programas que compreendiam a demarcação de lotes rurais, o assentamento de colonos, a assistência técnica, a sanitária e, além disto, a assistência à comercialização, à educação e à implantação de cooperativas. Estes projetos foram denominados Projetos Integrados de Colonização (PIC) e submetidos à total responsabilidade do INCRA.

Em 1974 teve início uma nova etapa de ocupação da Amazônia, sendo então reduzidos os investimentos à implantação das pequenas propriedades e propiciada a expansão dos latifúndios. A estratégia de ocupação baseou-se na criação de pólos de desenvolvimento conhecidos por Programas de Pólos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia (POLAMAZONIA), implantados em quinze áreas inseridas na Amazônia Legal. Esta medida fortaleceu a aliança entre o Estado e a empresa privada nacional e estrangeiros (Oliveira, 1983).

A Amazônia Ocidental (Estado do Acre e SW do Estado do Amazonas) sofreu com maior intensidade as conseqüências das políticas de ocupação territorial. A economia desta área, baseada na produção de borracha natural, entrou em decadência devido à concorrência da borracha sintética. Com isto grandes extensões de terra, especialmente antigos seringais com áreas que variavam de 50.000 a 500.000 ha, foram vendidas a preços irrisórios a grupos empresariais do Sul do País que passaram a se dedicar à atividade pecuária (Cruz e Ramos Neto, 1983).

Em meados da década de 70 as tensões sociais entre a pequena e a grande propriedade agravaram-se no oeste amazônico. Os agricultores expropriados do Sul do País, unidos aos ex-seringueiros, que ocupavam os locais ainda não desmatados dos latifúndios, passaram a exigir o direito a terra. Este procedimento atingiu por vezes a situação de conflito, e houve casos de expulsão de posseiros por atos de violência para dar lugar à expansão da pecuária. Atualmente essa situação de conflito é verificada no município de Xapuri, entre a empresa Bordon (Grupo Agroindustrial) e posseiros (seringueiros em sua maioria), representados pela pessoa jurídica do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Xapuri.



A partir das situações de conflito, os governos Federal e Estadual intervieram nas questões de posse da terra. Através do INCRA houve a desapropriação de terras e, posteriormente, a implantação dos projetos de colonização com lotes destinados à pequena propriedade agrícola. Atualmente há dois tipos de projetos, a saber: o Projeto de Assentamento Dirigido (PAD) e o Projeto de Assentamento Rápido (PAR). O primeiro visa somente facilitar o acesso à propriedade da terra, e os programas de assistência ficam a cargo dos órgãos estaduais e municipais mediante convênios pré-estabelecidos. No segundo tipo de projeto, o INCRA encarrega-se de demarcar os lotes e distribuí-los aos colonos (Cruz e Ramos Neto, 1983).

Hoje no Estado do Acre e no SW do Estado do Amazonas, área de atuação da Coordenadoria Especial da Amazônia Ocidental - CEAO<sup>1</sup> - (Figura 1.1), há cinco PADs, a saber: Pedro Peixoto e Boa Esperança, criados em 1977; Humaitá e Quixadá, em 1981; e Santa Luzia, em 1982. Estes projetos possuem a capacidade de assentar 9.350 famílias (Tabela 1.1). Ainda foram implantados quatro PARs no ano de 1982, o Antimary, o Campinarana, o Aleluia e o Mario Lobão, com capacidade total para 1.217 famílias (Tabela 1.2). Sob a responsabilidade do Governo do Acre há o Projeto Redenção, que possui a capacidade de incorporar 216 famílias.

As datas de criação e implantação dos projetos demonstram a rapidez do processo de ocupação. Isto exige informações atualizadas e precisas para subsidiar planos de ocupação. Estas informações podem ser obtidas de mapas e cartas temáticas. As escalas destes mapas devem fornecer um grau de detalhe suficiente que permite a locação de lotes com 100 ha de área, padrão adotado pelo INCRA.

---

<sup>1</sup> A CEAO foi criada em 1982, através da portaria MA/nº 005, pelo INCRA para atuar no Estado do Acre e em sete municípios do Estado do Amazonas.



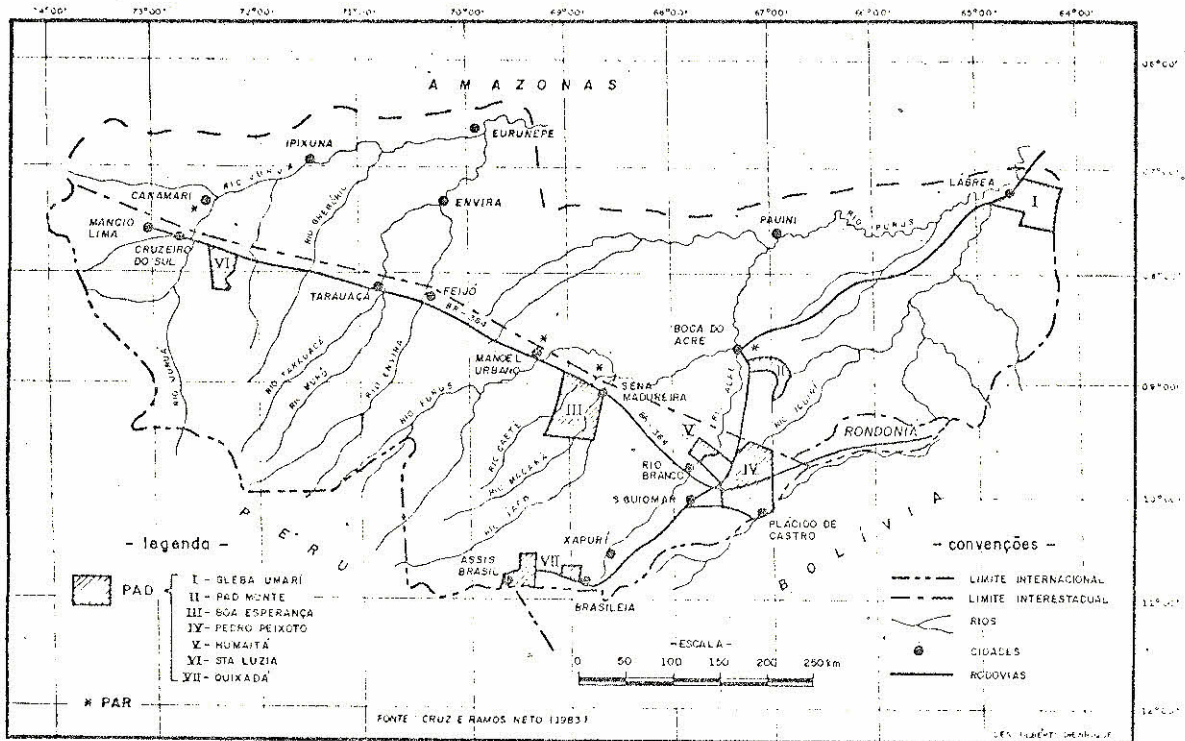


Fig. 1.1 - Localização dos projetos de assentamento dirigido (PAD) e dos projetos de assentamento rápido (PAR) na área coordenada pela CEAO.

TABELA 1.1

PADs EXISTENTES NO ESTADO DO ACRE

PAD	MUNICÍPIO	ANO DE CRIAÇÃO	ÁREA (Ha)	Nº DE LOTES
Pedro Peixoto	Rio Branco, Plácido de Castro, Senador Guimarães	1976	317.000	3.688
Boa Esperança	Sena Madureira e Manoel Urbano	1977	252.000	2.500
Humaitã	Rio Branco	1981	64.000	907
Quixadá	Brasiléia e Assis Brasil	1981	124.000	1.455
Santa Luzia	Cruzeiro do Sul	1982	70.000	800
TOTAL			827.000	9.350

FONTE: Cruz e Ramos Neto (1983).

TABELA 1.2

PARs EXISTENTES NA ÁREA COORDENADA PELA C E A O

PAR	MUNICÍPIO	ANO DE CRIAÇÃO	ÁREA (Ha)	Nº DE LOTES
Antimary	Boca do Acre-AM	1982	21.000	200
Campinarana	Ipixuna-AM	1982	43.500	343
Aleluia	Manoel Urbano-AC	1982	19.881	234
Mario Lobão	Sena Madureira-AC	1982	18.941	440
TOTAL			103.322	1.217

FONTE: Cruz e Ramos Neto (1983).

A ausência de mapas temáticos nas escalas de detalhe e semidetalhe reflete-se nos planos de loteamento gerados; consequentemente, a população dos projetos é que sofre com este problema. A distribuição e localização do loteamento não leva em conta a distribuição dos recursos naturais como vegetação, solo, relevo e hidrografia. Há glebas em canais fluviais de primeira ordem e em interflúvios. Quando estas áreas forem desmatadas ocorrerá a diminuição ou desaparecimento da água em canais de ordem superior. Serão também provocados processos erosivos de grande intensidade. Nos interflúvios encontram-se manchas de latossolo, onde há maior concentração de lateritas a poucos centímetros de profundidade, o que dificulta a atividade agrícola.

Além disso, as estradas vicinais foram construídas de forma a represar os canais de drenagem, que chegam a constituir lagoas temporárias. A água estagnada cria um ambiente favorável à reprodução do *anopheles*, aumentando assim a incidência de malária. Essas estradas ficam intransitáveis nos períodos de chuva. Este fato provoca a perda da produção pela falta de escoamento e pelo armazenamento inadequado. Ainda há o fato da reconcentração de terras provocado pela proximidade entre a grande e a pequena propriedade.

A inexistência de cartas de detalhe e/ou semidetalhe pode em grande parte ser suprida pelas fotografias aéreas em grande escala, as quais constituem as melhores fontes de dados e contribuem para a elaboração de planos detalhados de ocupação do solo. A alta resolução espacial destes dados poderia evitar muitos dos problemas que a população de colonos enfrenta nos projetos de assentamento. A principal limitação das fotografias aéreas para uso na Amazônia é o seu elevado custo de obtenção, que é quase proibitivo. A frequência de nuvens e o traslado de aeronaves e equipes são fatores que provocam, respectivamente, atrasos e custos adicionais nas atividades de aerolevantamentos.

Na Amazônia as fotografias aéreas cobrem somente pequenas áreas; portanto, há necessidade de optar por extrair informações dos produtos gerados por outros tipos de sensores remotos. As imagens obtidas pelo Thematic Mapper do LANDSAT (TM-LANDSAT) poderão constituir uma

dessas opções, pois possuem grande potencial de aplicação nos estudos ambientais, e contribuir para o planejamento da ocupação do solo ao nível local.

O sensor TM LANDSAT imageia em sete bandas espectrais diferentes; três no visível, uma no infravermelho próximo, duas no infravermelho médio e uma no infravermelho termal. Aliado a isto a resolução radiométrica, com 256 níveis de intensidade, permite obter informações sobre a cobertura vegetal. A resolução espacial de 30 m aumenta o potencial para a delimitação de feições como corpos d'água, rodovias, limites entre campos agrícolas com culturas diferentes etc. Além disto, a característica de repetitividade do satélite (16 dias) aumenta teoricamente a probabilidade de obtenção de imagens sem cobertura de nuvens. Portanto, as melhorias implementadas neste sensor elevam o seu potencial de utilização nos estudos ambientais.

Em função das vantagens oferecidas pelos produtos do TM LANDSAT com relação a outros sensores orbitais pretende-se, neste trabalho, levantar a rede de drenagem e delimitar as formações florestais da área em estudo, na escala de 1:100.000. A resolução das imagens poderão permitir inferências quanto à identificação e representação dos alvos nas escalas de detalhe e semidetalhe. Desta maneira, objetiva-se avaliar o potencial das imagens sob condições de cobertura florestal densa.

O reconhecimento da distribuição espacial dos rios é de fundamental importância no processo de planejamento de colônias agrícolas, pois permite a alocação de glebas com suprimento de água suficiente para as atividades agrícolas. As reservas florestais podem ser delimitadas, de modo que os processos erosivos não causem danos incontrolláveis. Além disto, os rios servem de vias de transporte na região Amazônica e possibilitam a redução de custos na implantação de um sistema que conjugue vias terrestres e aquáticas.

Por outro lado, as formações florestais, entendidas como associações vegetais com características fisionômicas semelhantes, po

dem funcionar como indicadores de fertilidade dos solos. A identificação e delimitação das áreas de ocorrência dessas associações vegetais podem subsidiar os futuros levantamentos pedológicos.

Isto propiciará também uma melhor utilização dos recursos florestais, seja pela exploração madeireira, seja pela atividade de extração do látex e da castanha, que são atividades de grande importância para a Amazônia.





## CAPÍTULO 2

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 - AVALIAÇÃO DA BIBLIOGRAFIA SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA O ESTUDO DA REDE DE DRENAGEM

Douglas (1981) salientou que a avaliação de dados como a erosão dos solos e o assoreamento de reservatórios deve ser prevista num projeto de desenvolvimento de bacias hidrográficas. Afirma ainda que um equilíbrio instável na associação entre planta e solo não somente provoca um aumento nos processos erosivos no local afetado, mas também gera conseqüências a jusanté de um rio, podendo causar o assoreamento de represas, o soterramento de solos férteis e a destruição de estradas por desmoronamento.

Ainda segundo esse autor, o estabelecimento de cultivos de seringueiras em áreas de ocorrência de canais de baixa ordem, na Malásia, conduziu a um aumento na densidade de drenagem. Este aumento de densidade de drenagem ocorreu devido à remoção da vegetação natural, a qual provocou um intenso processo de vossorocamento no local.

Quanto aos rios amazônicos, deve-se considerar o seu valor regional, pois é devido às suas condições de navegabilidade que a região foi inicialmente explorada, sendo suas margens povoadas: É nessas margens que estão localizadas as cidades mais importantes, bem como as concentrações da população ribeirinha (Soares, 1977).

Alguns trabalhos atestam o potencial de aplicação de produtos obtidos por técnicas de sensoriamento remoto em estudos de cursos d'água superficiais. Embora nestes trabalhos fossem utilizadas imagens do MSS LANDSAT e fotografias aéreas, eles permitiram as bases conceituais para a aplicação de outros produtos gerados pelas técnicas de sensoriamento remoto.

França em 1968 afirmou que a drenagem e as feições do relevo são os elementos que mais se destacam ao se observar um par de fotografias aéreas, ou ao analisar um produto LANDSAT, dependendo da área de estudo (Epiphanyo et alii, 1982). Em função disto, em áreas como os terrenos Terciários da Amazônia que possuem uma topografia com pouco desnível altimétrico e uma cobertura florestal homogênea, a identificação dos elementos de drenagem e as feições do relevo podem ser dificultadas.

Camargo (1982), comparando parâmetros morfométricos extraídos de cartas topográficas, nas escalas 1:250.000 e 1:50.000, e de imagens LANDSAT na escala 1:250.000, observou que as imagens permitem obter valores maiores de densidade de drenagem. Este fato é explicado por erros de omissão apresentados nos produtos cartográficos, ao contrário das imagens MSS LANDSAT que apresentam os dados brutos, sendo que a identificação dos alvos depende da habilidade do intérprete. Este autor salientou também que para estudos de morfometria de detalhe, as imagens possuem um potencial equivalente ao das cartas topográficas na escala 1:50.000 para áreas do Planalto Ocidental Paulista.

Epiphanyo et alii (1982), com o objetivo de avaliar o potencial dos produtos fotográficos do LANDSAT, realizaram um estudo sobre a quantificação da rede de drenagem, em áreas de cerrado, nas proximidades de São Carlos - SP. Os materiais utilizados foram as imagens do RBV LANDSAT e fotografias aéreas convencionais. Estes pesquisadores concluíram que os maiores comprimentos de rios são aqueles que aparecem nas imagens e, por outro lado, a frequência de rios é menor nas imagens. Constataram ainda que a perda de informações é maior em áreas que apresentam uma densa rede de drenagem.

Nesses trabalhos a cobertura vegetal favorece a identificação dos locais onde existem canais de drenagem. Nas imagens, a vegetação que está próxima aos cursos d'água apresenta-se com reflectâncias diferentes das culturas e campos cerrados das áreas adjacentes. Além disto, a topografia plana não provoca o aparecimento de sombras, o que seria diferente em locais de relevo mais acidentado como o Planalto Atlântico, onde poderia haver inversão dos resultados obtidos.

Santos e Novo (1977) indicaram que para extrair a rede de drenagem em áreas com vegetação densa, na zona de transição entre o cerrado e a floresta amazônica, as melhores imagens correspondem ao intervalo espectral do infravermelho próximo, banda 7 do MSS LANDSAT. As imagens devem ser obtidas preferencialmente durante o período seco, pois nessa época existem diferenças nas respostas espectrais da mata galeria e da mata adjacente, causadas pela diferença de umidade entre elas.

Essa diferença de umidade provoca perda de folhas de algumas espécies da mata dos locais mais secos, o que não acontece com as espécies da mata galeria. Isto permite a identificação dos locais mais úmidos na imagem e, conseqüentemente, a melhor identificação dos canais de drenagem.

## 2.2 - AVALIAÇÃO DA BIBLIOGRAFIA SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA O ESTUDO DA COBERTURA VEGETAL

O conhecimento da vegetação que recobre o solo é importante para avaliar os danos que podem ser causados pelo homem, devido à remoção daquela. Christofolètti (1974) salientou que a cobertura vegetal reduz o deslocamento de partículas do solo, provocadas pelo impacto das gotas de chuva. Comenta ainda que sob a cobertura florestal o escoamento difuso é dominante e reduz as possibilidades do ravinamento. Considerando este ponto de vista, a cobertura vegetal desempenha importante papel no processo de infiltração d'água que alimenta o lençol freático.

Os produtos obtidos pelas técnicas de sensoriamento remoto têm demonstrado boa aplicabilidade para o reconhecimento e mapeamento de comunidades vegetais. As pesquisas que utilizaram esta técnica versam sobre aplicações com imagens de radar e imagens do MSS LANDSAT. No Brasil, principalmente, a aplicabilidade desses produtos deve-se à grande quantidade de imagens dos satélites da série LANDSAT e de imagens de radar do Projeto RADAMBRASIL, disponíveis no mercado.

Cunha (1982) utilizou imagens do MSS LANDSAT e realizou o processamento digital destas imagens para estudar as anomalias da re

reflectância da vegetação no interflúvio do Juruá-Tefé. O autor concluiu que estas anomalias estão ligadas à ocorrência do solo podzólico vermelho amarelo álico e ao efeito sazonal durante o mês de julho, que é o mês mais seco. Estes fatores influenciam a vegetação de tal modo que permitem a identificação de classes diferentes do padrão regional.

Amara! (1982) comentou que a ocorrência de crostas lateríticas na superfície inibe o desenvolvimento da vegetação densa. Isto provoca o aparecimento de manchas claras em contraste com a vegetação densa, a qual se apresenta em tons escuros na banda 5 do MSS LANDSAT. Na banda 7, as áreas de solo exposto apresentam-se escuras e a mata densa, devido à sua reflectância, aparece em tons claros.

No mapeamento da cobertura vegetal e do uso da terra no médio Amazonas, Aquino et alii (1982) utilizaram dados do MSS LANDSAT. Estes autores observaram que tanto a mata de várzea como a de terra firme apresentam a mesma resposta espectral, e as diferenças entre os dois tipos de vegetação somente são notados pelo trabalho de campo. Neste trabalho puderam ser identificados tipos de cobertura vegetal que possuem expressão areal, como a mata de igapó e os campos de várzea. É interessante notar também que as formações florestais que se assentam nos terrenos secos não puderam ser diferenciadas.

Santos e Novo (1977) ao diferenciar mata aberta (mata fina) de mata densa afirmaram que o período seco é o melhor para identificá-las. A mata aberta, por tratar-se de uma formação de transição entre a floresta equatorial e o cerrado, perde as folhas na época seca. Isto faz com que as reflectâncias do solo sobressaiam e apresentem tons claros na banda 5 e tons escuros na banda 7 do MSS LANDSAT. Ao contrário disto, a mata densa, que constitui a floresta equatorial, apresenta inversão de tons nas duas bandas, isto é na banda 5 apresenta tons escuros e na banda 7 tons claros.

2-3 - O SENSOR THEMATIC MAPPER E SEU POTENCIAL PARA APLICAÇÕES EM ESTU  
DOS AMBIENTAIS

O sensor Thematic Mapper (TM) está a bordo dos satélites LANDSAT 4 e LANDSAT 5; porém o primeiro foi desativado. Este satélite repete a mesma órbita de 16 em 16 dias, de modo diferente das órbitas dos satélites anteriores da série LANDSAT, que eram de 18 em 18 dias.

O "scanner multiespectral" (TM LANDSAT) imageia em três bandas (azul, verde e vermelha), na faixa do visível uma no do infra vermelho próximo, duas na do infravermelho médio e uma na do infravermelho termal (Tabela 2.1).

TABELA 2.1

RELAÇÃO DAS BANDAS ESPECTRAIS DO TM  
E PRINCIPAIS APLICAÇÕES

BANDA	INTERVALO( $\mu\text{m}$ )	APLICAÇÕES PRINCIPAIS
1	0,45 - 0,52	Mapeamento costeiro Diferenciação Solo/Vegetação Diferenciação Coníferas/Decíduas
2	0,52 - 0,60	Reflectância do verde pela vegetação sadia
3	0,63 - 0,69	Absorção pela clorofila para diferenciação entre espécies
4	0,76 - 0,90	Estimativas de fitomassa Delineamento de corpos d'água
5	1,55 - 1,75	Medidas da unidade de vegetação Diferenciação Neve/Sombras
6	10,4 - 12,5	Mapeamentos Termiais
7	2,08 - 2,35	Mapeamentos Hidrotermais

FONTE: Garcia (1984).

A banda azul foi incluída para permitir aplicações no campo da batimetria e avaliar o "stress" de algumas culturas agrícolas e de formações florestais (Freden e Gordon Jr, 1983).

As bandas na faixa do visível são de grande importância para estudos da vegetação. A causa disto é a reflectância do verde pela vegetação sadia e a absorção da clorofila nas bandas 2 e 3, respectivamente (Curran, 1985).

Utilizando a banda 4, que corresponde ao infravermelho próximo, podem-se efetuar pesquisas de biomassa. Esta banda também possui um grande potencial para a delimitação de corpos d'água.

Apesar das bandas 2, 3 e 4 do TM LANDSAT serem mais estreitas quando comparadas com as do MSS LANDSAT, elas mantêm uma correspondência aproximada com as bandas deste último. Desta forma muitos trabalhos realizados, que utilizam dados do MSS LANDSAT, fornecem a base teórica para a aplicação dessas três bandas.

Para estudos do teor de umidade na vegetação e no solo, bem como em mapeamentos hidrotermais, as bandas na faixa do infravermelho médio são as mais indicadas. Segundo Anuta et alii (1984), a banda 5 apresenta o intervalo do aspecto mais indicado para ser combinado com outras bandas, nos estudos de cobertura do solo. Hoffer e Johansen em 1969, mostraram que nos comprimentos de onda de 1,45 a 1,95  $\mu\text{m}$  a reflectância da vegetação varia com o conteúdo de água nas folhas (Myers, 1975).

A banda 6 permite realizar os mapeamentos termais (Garcia, 1984), podendo-se estudar diferenças de temperaturas emitida de diversos alvos de interesse. Salienta-se que, como a energia detectada nesta faixa não é refletida e sim emissiva, as imagens podem ser obtidas à noite.

Os registros de radiância em 256 níveis, em cada uma das sete bandas do TM LANDSAT, correspondem a um maior número de dados para

discriminar as categorias de cobertura de uso do solo, por meio de classificação digital (Willians et alii, 1983).

A resolução espacial de 30m, com exceção feita à banda 6, melhora a delimitação de pequenas áreas de campos, estradas e da rede de drenagem em terrenos rugosos, além de permitir discriminar melhor pequenas clareiras em meio à cobertura florestal (Deglória and Colwell, 1984). Devido a esta resolução, as imagens podem ser ampliadas para a escala de 1:50.000 com o auxílio de sistemas digitais, o que reduz assim os erros de interpretação (Dykstra et alii 1984).

A partir de simulações do TM LANDSAT, Dottavio e Dottavio (1984) avaliaram a cobertura vegetal de banhados (wetlands). Estes pesquisadores sugerem que a melhor combinação de bandas para a classificação de padrões dessa vegetação é constituída das que imageiam na faixa do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio do espectro eletromagnético. Verificaram ainda que a banda 5 permitiu a discriminação entre a vegetação de banhado inundado e a de não-inundado. Esta capacidade de separação está relacionada ao conteúdo de água nas folhas das espécies de vegetação do banhado inundado.

Nelson et alii (1984), realizando simulações do TM LANDSAT, obtiveram alguns resultados promissores para a diferenciação da cobertura vegetal. As combinações das bandas 3, 4, 5 ou 7 são as melhores para a discriminação das classes de uso da terra. A banda azul proporciona resultados satisfatórios para os estudos de caráter caducifólio das coníferas. As duas bandas no infravermelho médio contêm a maioria das informações espectrais para a diferenciação de classes de cobertura de uso do solo.

Badhwar et alii (1984) consideram que os "pixels" de borda dificultam a detecção de limite entre as classes identificadas nas imagens do MSS LANDSAT. Estes autores afirmam que a resolução espacial do TM LANDSAT permite distinguir com maior precisão a área ocupada por uma determinada classe de uso do solo.





## CAPÍTULO 3

### DESCRIÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

#### 3.1 - LOCALIZAÇÃO

A área em estudo localiza-se na porção oriental do Estado do Acre, situada entre os meridianos  $67^{\circ}00'$  e  $67^{\circ}30'W$  e os paralelos  $09^{\circ}30'$  e  $10^{\circ}30'S$  (Figura 3.1). Esta área compreende o interflúvio entre dois afluentes importantes dos rios Purus e Madeira, a saber: os rios Iquiri e Abunã, respectivamente. Os altos cursos destes afluentes encontram-se na região em estudo.

O maior projeto de colonização do Estado do Acre, o Projeto de Assentamento Dirigido - PAD - Pedro Peixoto com 317 588ha, sob a coordenação do INCRA, e o Projeto Redenção, sob a responsabilidade do Governo Estadual, estão contidos nesta área.

Margeando as principais rodovias da região, a BR 364 e a BR 317, situam-se os latifúndios que se dedicam principalmente à pecuária. Estas propriedades recebem incentivos do Fundo POLAMAZÔNIA para desenvolver suas atividades.

Os latifúndios quando foram implantados, geraram tensões sociais entre os latifundiários e os posseiros. Essas tensões exigiram a intervenção dos governos federal e estadual, e disto resultaram os dois projetos de colonização mencionados. Da população assentada, 70% são acreanos e os 30% restantes são de todo o País, principalmente paraenses (Cruz e Ramos Neto, 1983).



nulação variável, de fina a grosseira. Esses sedimentos são encontrados às margens dos rios Iquiri e Abunã. A seqüência de níveis de terraços indicam uma sucessão de ciclos de erosão e deposição ocorridos neste período geológico. Há três níveis de terraços: altos, intermediários e baixos. Como os rios não são caudalosos, muitas vezes não é possível identificar toda uma seqüência de terraços (Projeto Radambrasil, 1976).

TABELA 3.1

UNIDADES AMBIENTAIS NA ÁREA

	LITOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	SOLOS	FORMAÇÕES FLORESTAIS
Planícies e Terraços Aluviais	Areias, siltitos e argila. Sedimentos in consolidados, depósitos recentes.	Planície aluvial e terraços baixos que comportam meandros em lago.	Solos aluviais e associação solos aluviais e hidromórficos gleyzados.	Floresta aberta e palmeiras.
	Argila, siltito e areia fina, granulação média a grossa.	Terraços intermediários e altos que comportam meandros com matados (ocorre em pequenos trechos dos rios Abunã e Iquiri).	Solos hidromórficos gleyzados e associação de solos hidromórficos gleyzados - podzólico vermelho amarelo.	Floresta aberta de palmeiras e floresta aberta de cipó.
Baixos Planos	Formação Solimões: argilitos maciços ou acamados com concreções carbonáticas e gipsíferas, concentrações de fósseis de vertebrados e invertebrados ocasionalmente turfa a lito, estratificação cruzada de grande amplitude. Siltitos maciços ou acamados. Arenitos finos a grosseiros, em lente ou interdigitados com siltitos e argilitos, friáveis a bem compactados.	Colinas com aproximadamente 30-40m de altimetria relativa, alta densidade de drenagem e pouco entalhada.  Interflúvios tabulares com drenagem aprofundada e densa, apresentando formas aplainadas e conservadas do Plio-Pleistoceno.	Podzólico vermelho amarelo.  Latossolo vermelho amarelo com subdominância da associação de latossolo vermelho amarelo-podzólico vermelho amarelo.	Floresta aberta de cipó e bambú com subdominância da floresta densa.  Predomínio da floresta densa, ocorrendo também tipos da floresta aberta.

As planícies e os baixos terraços caracterizam-se pelas inundações periódicas, as quais atingem a extensão de até 500 m nas margens dos igarapês principais. Os dois maiores rios (Iquiri e Abunã) chegam a inundar áreas com 2 km de largura em média. Durante as cheias observa-se o poder erosivo dos rios, que se dá pelo solapamento basal. Nesta época é comum encontrar grande quantidade de árvores sendo transportadas pelos rios.

O processo de deposição dos sedimentos recentemente intemperizados, associado à matéria orgânica dos restos vegetais, originou solos com alta fertilidade. Os solos aluviais predominam nestas unidades e, à medida que eles distanciam dos talvegues, em direção aos interflúvios, ocorrem as associações destes solos com os hidromórficos gleyzados.

A vegetação predominante dessas áreas é a floresta aberta. As condições de umidade favorecem um adensamento de palmáceas das quais se destacam a paxiúba (*Iriartea exorrhiza* Mart.) e o açai (*Euterpe* spp.). Assim sendo, este tipo de vegetação é denominado floresta aberta de palmeiras (Projeto RadamBrasil, 1976).

Os terraços intermediários e os altos foram elaborados numa época geológica mais antiga, sendo correlacionados por Shubart (1983) ao Pleistoceno. Esses terraços comportam meandros colmatados com comprimento de onda maior que os meandros atuais, evidenciando condições ambientais diferentes do presente (Projeto RadamBrasil, 1976).

Os solos hidromórficos gleyzados predominam nesses locais, devido às condições de umidade proporcionadas pelas águas pluviais. Nos altos terraços, em locais com 10 m de altura em relação ao nível médio dos rios, predomina o tipo podzólico vermelho amarelo.

As condições de umidade nesses terrenos favorecem o predomínio da floresta aberta de palmeiras, ocorrendo em menor grau a floresta aberta de cipó. Esta última caracteriza-se por apresentar um estrato superior composto de árvores isoladas, e seu sub-bosque apresenta alta densidade de espécies arbóreas de pequeno porte, aliada a um grande número de lianas e epífitas.

### 3.2.2 - BAIXOS PLATÔS

Os baixos platôs assentam-se sobre terrenos da Formação Solimões, que foi elaborado após a última fase da orogênese Andina, datada do Mioceno (Projeto RadamBrasil, 1976). Esta formação constitui-se

litologicamente de argilitos maciços ou acamados, com concreções de gipsita e estratificações de grande amplitude. Apresenta ainda arenitos e siltitos interdigitados em lentes, que revelam o ambiente de sedimentação fluvial. Esses sedimentos mostram alternadamente seções muito friáveis a bem compactadas. Nesta unidade inserem-se dois tipos de interflúvios, os colinosos e os tabulares.

As colinas são resultantes de processos erosivos mais ativos, o que provocou o rebaixamento do relevo original. Apresentam uma alta densidade de drenagem com pouco entalhamento vertical.

O tipo de solo predominante é o podzólico vermelho amarelo, que apresenta um horizonte B textural, onde há o acúmulo de argilas silicatadas. A lixiviação dos elementos alcalinos e alcalinos terrosos confere a este solo condições de acidificação crescente. Por outro lado, a ocorrência de sedimentos grosseiros propicia melhores condições físicas do solo como, por exemplo, a boa drenagem interna.

A floresta de cipó é freqüente nas vertentes das colinas. A quantidade de matéria orgânica gerada por esta floresta confere ao horizonte superficial do solo feições características de eutrofização (Brasil, 1984).

A floresta densa que se caracteriza por apresentar uma cobertura de árvores emergentes, dentre as quais se destaca a castanheira (*Bertholletia excelsa*), predomina nas altitudes mais elevadas. O estrato superior desta associação de vegetais é formado por árvores com 30 m de alturas, cujas copas quase se tocam e diminuem a luminosidade dos estratos inferiores. O sub-bosque é composto de plântulas do estrato superior. Segundo Shubart (1983), este tipo de formação vegetal revela um estágio de maturidade, que é caracterizado pela ausência de regeneração do sub-bosque e pela ocorrência de indivíduos de mesma altura do estrato superior.

Os interflúvios tabulares correspondem às superfícies aplainadas que se assentam sobre camadas argilosas, devido à maior ação

do intemperismo, constituindo-se do mais antigo nível de sedimentação. Nesses interflúvios localiza-se a maioria dos canais de primeira ordem existentes na área de estudo. A variação altimétrica entre os interflúvios e as planícies aluviais é da ordem de 100 metros.

Os latossolos vermelho amarelo prodominam nesses tabuleiros, sendo estes tipos de solos bem desenvolvidos devido ao intenso processo de intemperismo a que foram submetidos. A lixiviação das bases proporcionou a formação do horizonte B latossólico, equivalente ao horizonte óxico da classificação americana (Projeto Radambrasil, 1976). Neste horizonte concentram-se as lateritas que, segundo Penteadó (1983), são responsáveis pela forma aplainada deste relevo. Guerra (1955) encontrou as maiores ocorrências de lateritas em locais desta unidade a uma profundidade de 30 cm da superfície, aproximadamente.

Confirmando o estágio de maturidade atingido pela vegetação, observa-se que nesses interflúvios tabulares há o predomínio da floresta densa, com ocorrência freqüente da castanheira (*Bertholetia excelsa*).

### 3.3 - O HOMEM E A FLORESTA

O homem cria formas para utilizar e interagir com o ambiente, sendo que esta criação baseia-se no conhecimento adquirido ao longo dos anos. Portanto, no processo de planejamento é fundamental conhecer a relação do homem com o meio ambiente, pois as transformações que serão realizadas poderão modificar esta relação.

#### 3.3.1 - A UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS OFERECIDOS PELA FLORESTA

A população de ex-seringueiros (nativos) que vivem nos projetos de colonização mencionados desenvolveu suas próprias estratégias adaptadas para a utilização dos recursos florestais. Os nativos não consideram a floresta como um inimigo que precisa ser afastado, como acontece com os colonos originários de outras regiões do País. Eles utilizam os recursos oferecidos pela floresta de forma semelhante ao

indígena. O isolamento a que foram submetidos fez com que os colonos desenvolvessem principalmente a prática de caça e coleta para sua sobrevivência.

De maneira geral, os frutos são utilizados como complemento alimentar. Dentre os mais comuns estão o açaí (*Euterpe spp*), a castanha (*Bartholletia exelsa*), o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), o cacau (*Theobroma cacao*) e o palmito, que é extraído de algumas palmáceas. Os frutos, além de serem consumidos "in natura", também são transformados em sucos (açaí), em leite e gordura para a culinária (castanha). O macaco é o principal guia no reconhecimento dos frutos, pois é pela observação direta desses animais que se identificam os comestíveis.

Gross em 1975 e Chaves et alii em 1949, fizeram estudos sobre o valor nutritivo de alguns frutos amplamente difundidos na Amazônia (Moran, 1977). Estes pesquisadores constataram que o taperebá (*Spondias lutea Linn*) concentra grande quantidade de vitamina C, a castanha (*Bartholletia exelsa*) contém o aminoácido metionina, o açaí (*Euterpe spp*) é rico em gorduras, a pupunha (*Guilielma speciosa*), o buriti (*Oenocarpus multicaulis Spruce*) e o tucumã (*Actrocaryum tucuma*) são mais ricos em vitamina A que as cenouras.

Nas construções de habitações também são utilizados materiais que provêm da floresta. A folha do jaci (*Alhalea wallisi Huber*) é de grande serventia na cobertura das casas, a paxiúba (*Iriartea exorrhiza*) é usada na construção de paredes e assoalhos. Outros produtos servem para a manufatura de cestos, cordas e vassouras. Há também as árvores que fornecem produtos medicinais como o jatobá (*Hymenaea courbaril*) e a quina-quina (*Geissospermum sericeum*), utilizados no combate à gripe e à malária, respectivamente.

### 3.3.2 - AGRICULTURA

Na área em estudo é praticada a agricultura itinerante para a produção de alimentos básicos. Esta forma de uso do solo consiste na derrubada, na posterior queima dos resíduos vegetais e no plantio por três anos em média.

O local onde se fará o plantio é determinado pela ocorrência de espécies florestais que, segundo o critério dos ex-seringueiros, indicam solos férteis (Tabela 3.2).

TABELA 3.2

PLANTAS INDICADORAS DE FERTILIDADE DO SOLO

SOLO FÉRTIL		SOLO POBRE	
Nome Vulgar	Nome Científico	Nome Vulgar	Nome Científico
Pau d'arco*	<i>Tabeluia serratifolia</i>	Acapú*	<i>Vouacoua americana</i>
Faveira*	<i>Piptadenia spp</i>	Jarana*	<i>Holoptysidium jarana</i>
Mororô*	<i>Barkinia spp</i>	Sunzuma*	<i>Ceiba pentandra</i>
Maxarimbê*	<i>Brotium spp</i>	Piqui	<i>Caryocar microcarpum</i>
Pinheiro Preto*	não-identificado	Cajú-Açú*	<i>Anacardium giganteum</i>
Açaí*	<i>Euterpe oleracea</i>	Massaranduba*	<i>Mimilthara Inderi</i>
Pau d'alho	<i>Calceia gorazena</i>	Tachi	<i>Tachigalia spp</i>
Cumarú de Cheiro	<i>Tournefortia acroana</i>	Breu	<i>Protium spp</i>
Cedro	<i>Cedrelia odorata L.</i>	Ubim	<i>Geoma spp</i>
Taboca	<i>Gadua superba</i>	Caranaí	<i>Lepidocortium sp</i>
		Ouricuri	<i>Attalea excelsa</i>

FONTE: Brasil (1984).

\* espécies encontradas por Moran (1977) em Vila Roxa.

As plantas indicadoras de solos férteis ocorrem com maior frequência nas formações florestais abertas tais como o pau-d'alho (*Calceia gorazena*) e o cumarú de cheiro (*Gadua superba*), indicadoras de solos com maior fertilidade. As plantas que ocorrem com maior frequência na floresta densa não indicam solos com boa fertilidade, como o breu (*Protium spp*) e o ubim (*Geoma spp*) (Brasil, 1984).

As formações florestais abertas são indicadoras de solos bons porque o sub-bosque sendo composto de árvores de pequeno porte e arbustos, quando cortados e queimados geram grande quantidade de cinzas. Moran (1977) concluiu que a floresta aberta, além de indicar solos com boa fertilidade, gera uma quantidade de cinzas que aumenta o pH do solo, reduzindo a acidez temporariamente.



A área efetivamente plantada nos locais de lavoura varia de 4 a 8 ha, e as atividades desenvolvidas ajustam-se as condições climáticas locais (Tabela 3.3). A broca, que consiste no corte de árvores de pequeno porte e arbustos do sub-bosque, e a derrubada que consiste no corte de árvores maiores são efetuadas no período de junho a julho, início de estação seca. Os resíduos vegetais são deixados para secar, e em agosto e setembro, meses de menor precipitação, são queimados.

TABELA 3.3

CALENDÁRIO AGRÍCOLA DAS PRINCIPAIS CULTURAS  
TEMPORÁRIAS NA ÁREA

ÉPOCA / ATIVIDADE		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
		BROCA											
DERRUBADA													
QUEIMA													
PLANTIO	ARROZ												
	MILHO												
	FEIJÃO												
	MANGUEIRA												
COLHEITA	ARROZ												
	MILHO												
	FEIJÃO												
	MANGUEIRA												

FONTE: LIMA, 1974

	ÉPOCA DE ATIVIDADE
	PERÍODO DE MAIOR INTENSIDADE

O plantio do arroz e milho é feito por ocasião das primeiras chuvas do mês de setembro e se prolonga até novembro. Os habitantes locais costumam plantar de acordo com o sistema de consórcio, cultivando duas ou mais culturas numa mesma área, enquanto os colonos de outras regiões plantam de modo exclusivo. No desenvolvimento dessas culturas, são executadas em média três capinas, podendo chegar a quatro devido ao rápido crescimento de plantas invasoras como o assa-peixe (*Vernonia polyanthes*) e a grama nativa (*Paspalum amazonicum Trin*). As capinas são executadas com facão, pois o solo exige maior esforço do lavrador quando executadas com a enxada, devido ao alto teor de argila.

O feijão é plantado logo após a colheita do milho e arroz, sendo cultivado de forma exclusiva por todos os colonos, nos meses de março e abril (período chuvoso). A colheita é realizada no período de junho a agosto.

Após o primeiro ano de colheita cultiva-se a mandioca, ou repete-se o ciclo: (arroz-milho e feijão), e depois a mandioca. Esta última é uma cultura que se adapta bem à região, pois não exige tratamentos culturais intensos e controla a proliferação de plantas invasoras. A mandioca é amplamente difundida dentre os habitantes locais, pois o produto de sua transformação, a farinha, constitui uma boa fonte de renda.

Depois que o solo esgota sua fertilidade, a área cultivada é abandonada ou transformada em pasto. Quando o local é abandonado, aparece a vegetação secundária representada por espécies do gênero *Coeróbia*. O pasto é freqüentemente formado com a grama nativa (*Paspalum amazonicum Trin*). A atividade pecuária é de maior interesse para os colonos, pois garante seus investimentos sem o risco de perda em relação à agricultura.

## CAPÍTULO 4

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### 4.1 - MATERIAIS

##### 4.1.1 - IMAGENS DO TM LANDSAT

Neste trabalho foram utilizados dados imageados pelo sensor TM LANDSAT. Os dados em forma de fitas CCTs são:

Órbita	Ponto	Data	Quadrante
001	067	24/7/84	A
001	067	24/7/84	C

Para análise, através do processamento digital, somente foram utilizadas as bandas 2, 3, 4 e 5. Na primeira fase do processamento digital foram utilizadas as bandas 2, 3 e 4, pois as bandas 2 e 3 são bastante aplicadas nos estudos de vegetação por detectar, respectivamente, a reflectância do verde pela vegetação sadia e a absorção da clorofila pelas plantas. A banda 4 foi utilizada para a detecção de corpos de água e como fonte de dados para os algoritmos classificatórios.

Posteriormente, na segunda fase, acrescentou-se a banda 5. Esta banda detecta o conteúdo de umidade nas folhas das espécies vegetais. Isto permite diferenciar as comunidades vegetais, bem como delimitar corpos d'água com maior precisão.

##### 4.1.2 - IMAGENS DE RADAR

Para o reconhecimento preliminar do terreno, foram utilizados mosaicos semicontrolados de RADAR em forma de transparências. Os mosaicos foram:

Folha SC 19 XC, na escala 1:250.000

Folha SC 19 ZB, na escala 1:250.000

Esses mosaicos foram obtidos pelo Projeto RADAMBRASIL, em sobrevôo executado no ano de 1973.

#### 4.1.3 - MATERIAL CARTOGRÁFICO

Neste trabalho utilizaram-se cartas topográficas publicadas pela Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) no ano de 1976. Estas cartas permitiram a identificação e rede de drenagem, localização de estradas, vilas, etc. O material na escala de 1:100.000 foi:

Folha Fazenda Palotina (SC 19 XC IV) MI 1537

Folha Plácido de Castro (SC 19 ZB I) MI 1608

A planta do PAD Pedro Peixoto, elaborada pelo INCRA na escala de 1:100.000, foi utilizada para a identificação das glebas, lotes (propriedades) e estradas vicinais (ramais).

Para o reconhecimento das formações florestais, utilizou-se o Mapa Florestal e da Utilização da Terra da Área Piloto do Projeto de Desenvolvimento Rural Integrado do Estado do Acre, na escala 1:100.000. O mapa foi elaborado por Valeriano et alii (1984), através da interpretação visual de imagens do MSS LANDSAT; realçadas a partir do processamento digital. Este mapa também foi utilizado como base de comparação para a avaliação de exatidão das classes obtidas com o uso das imagens do TM LANDSAT.

#### 4.2 - MÉTODOS

##### 4.2.1 - DEFINIÇÃO DA LEGENDA E DOS MÓDULOS

Inicialmente procedeu-se a análise visual preliminar das imagens de RADAR do Projeto RADAMBRASIL, na escala 1:250.000, o que permitiu a visão sinótica da área em estudo. Nesta etapa foram de

finidas as unidades de relevo que estão contidas na área. Estas unidades são os interflúvios tabulares, os interflúvios colinosos (baixos platôs) e as áreas de terraços e planícies aluviais (Figura 4.1).

Posteriormente, foi realizada a comparação das unidades de relevo com o Mapa Florestal e de Utilização da Terra da Área Piloto do PDRI/AC. Isto permitiu verificar o tipo de vegetação que ocorre nas unidades de relevo. Além disto, as cartas topográficas da DSG foram utilizadas no processo de comparação. Desta forma, foi possível a definição das quatro classes de cobertura do solo, que são:

Classe 1 - Floresta Densa.

Classe 2 - Floresta Aberta de Colinas.

Classe 3 - Floresta Aberta de Terraços e Planície Aluviais.

Classe 4 - Ação Antrópica.

As duas primeiras classes correspondem às associações de vegetais que ocorrem nos baixos platôs. A classe Ação Antrópica corresponde às áreas desmatadas com uso agrícola (pastagens e cultivos) e uso urbano (cidades, vilas e sede de projetos).

Os módulos foram definidos de forma que as quatro classes constantes da legenda estivessem bem representadas, bem como alguns locais onde ocorrem os canais de drenagem de primeira ordem. Seguindo este critério, foram delimitados o módulo I Plácido de Castro e o módulo II BR 317 (Figura 4.2 e 4.3).

No módulo I estão inseridos o rio Abunã e a cidade de Plácido de Castro, na fronteira do Brasil com a Bolívia. Nas margens deste rio ocorre a classe de floresta aberta de terraços e planícies aluviais. À medida que esta floresta se distancia do leito do rio, passa a predominar a floresta aberta de colinas. Ao norte do módulo, com pouca expressão na área, ocorre a floresta densa. A classe ação antrópica é representada pelos desmatamentos de lotes que margeiam a rodovia AC 401, por algumas estradas vicinais da Gleba U do PAD Pedro Peixoto, a cidade de Plácido de Castro, e por clareiras localizadas às margens do rio Abunã.

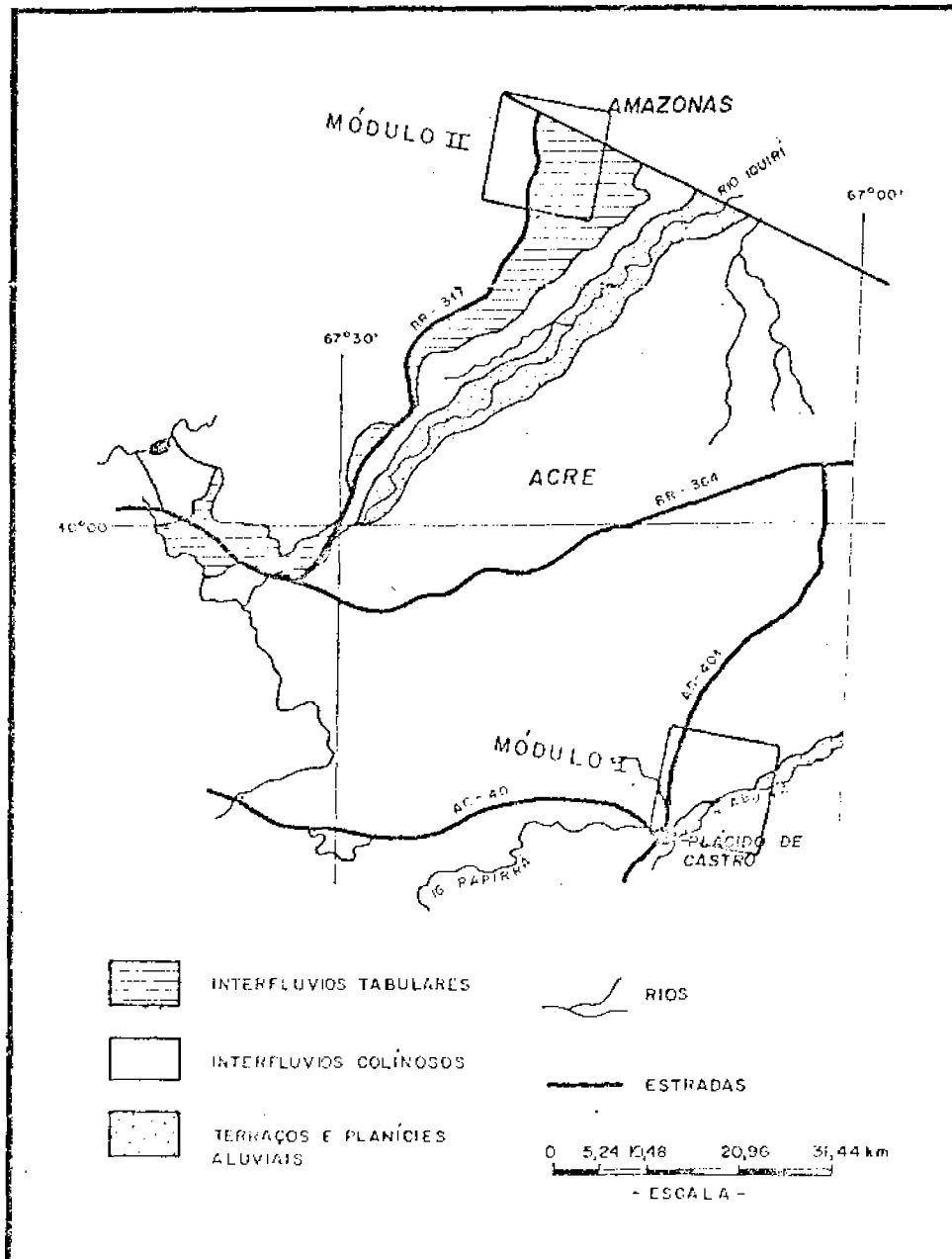


Fig. 4.1 - Unidades fisiográficas da área.

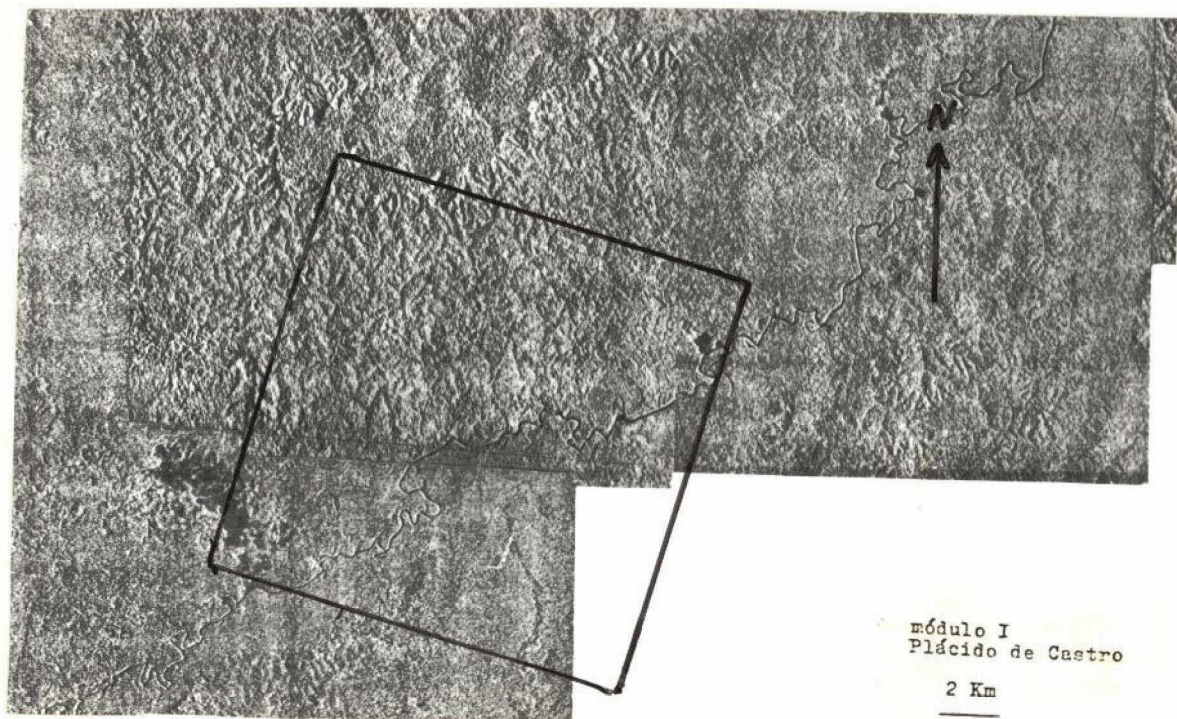


Fig. 4.2 - Localização aproximada do módulo I Plácido de Castro (interflúvios colinosos).

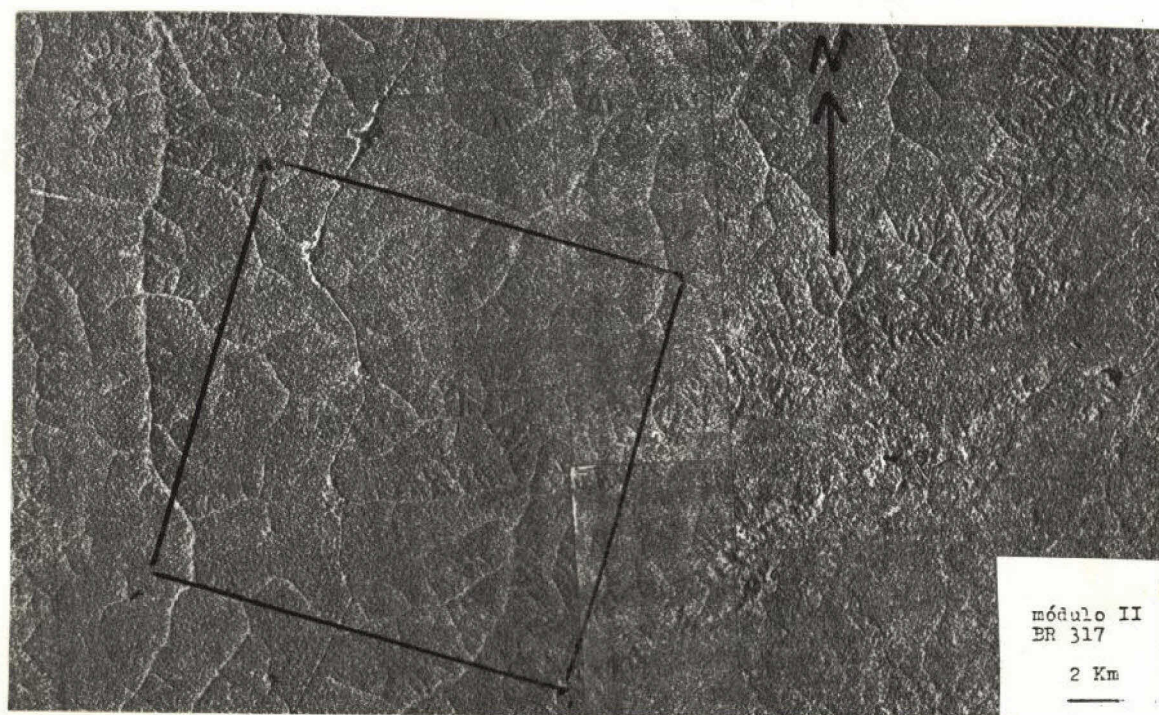


Fig. 4.3 - Localização aproximada do módulo II BR 317 (interflúvios tabulares).

O módulo II corresponde à área de predomínio dos interflúvios tabulares onde ocorre a floresta densa. Nos vales entalhados, verifica-se a floresta aberta de terraços e planícies aluviais. A floresta aberta de colinas é encontrada em posição intermediária entre o topo dos interflúvios tabulares e os vales entalhados dos rios. A classe ação antrópica corresponde aos desmatamentos ao longo da rodovia BR 317 e de algumas estradas vicinais.

#### 4.2.2 - TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO DIGITAL UTILIZADAS

O Sistema Interativo de Análise de Imagens Multiespectrais - IMAGE 100 - do INPE foi o equipamento utilizado para a aplicação de um conjunto de técnicas de processamento digital nas imagens do TM LANDSAT.

As técnicas de processamento digital de imagens visam auxiliar a obtenção de informações sobre a discriminação espectral dos alvos de interesse. O trabalho no Sistema I 100 constituiu-se de duas fases principais, a saber: o pré-processamento e a classificação de padrões (Dutra et alii, 1981).

##### 4.2.2.1 - TÉCNICAS DE PRÉ-PROCESSAMENTO

O pré-processamento consiste num conjunto de programas que, quando aplicado à imagem, melhoram sua qualidade visual. Os programas de pré-processamento utilizados nesta pesquisa são descritos sucintamente abaixo:

###### a) Ampliação dos Módulos

Após a definição dos módulos (delimitação), procedeu-se às suas ampliações para a escala de 1:50.000. Convém ressaltar que nas ampliações realizadas, as informações não foram perdidas, pois os "pixels" da imagem corresponderam aos "pixels" da tela do Sistema I 100; este fato foi confirmado também por Dykstra et alii (1983).



#### b) Correção Radiométrica

Aplicou-se nas bandas selecionadas o filtro do tipo "passa-baixa", com o objetivo de eliminar os efeitos das diferenças de níveis de cinza entre um "pixel" e seus vizinhos. Segundo Dutra et alii (1981), filtros desse tipo eliminam as influências de ruídos devido a detectores defeituosos e erros gerados durante a transmissão. Para a aplicação desse algoritmo, adotaram-se os valores convencionais de 8 e 11, conforme a proposição de Ribeiro et alii (1982).

#### c) Filtragens Digitais

As variações de níveis de cinza entre "pixels" vizinhos são difíceis de detectar. Estas variações estão ligadas à iluminação da topografia, às formas de relevo e à rede de drenagem (Taranik, 1978). Para realçar aspectos como a drenagem e as lineações, devido ao embasamento rochoso, aplicam-se filtros do tipo "passa-alta". Estes filtros são de grande interesse nos mapeamentos geológicos (Dutra e Paradella, 1980).

Aplicou-se às bandas 4 e 5, que são as mais indicadas para detectar cursos d'água, o filtro isotrópico para realçar a rede de drenagem, pois, como o local de estudo constitui uma área de nascentes de rios, há canais em todas as direções. Das bandas selecionadas a que apresentou melhores resultados foi a banda 5, pois nesta é possível detectar diferenças de reflectância entre a vegetação próxima aos canais de drenagem e a vegetação dos locais de maior altitude. Esta diferença se deve ao conteúdo de água contida nas folhas da vegetação, conforme estudos realizados por Hoffer e Johansen em 1969 (Myers, 1975).

Os valores 1, 2, 28 e 2 foram utilizados para os respectivos componentes A, B, C e D do filtro. A escolha destes valores se deve a sugestão de Dutra e Paradella (1980).

#### 4.2.2.2 - CLASSIFICAÇÃO DE PADRÕES

A classificação de padrões tem por objetivo obter informações do terreno, ou seja, obter uma classificação temática que tenha expressão na área como, por exemplo, campos cultivados, pastagens, formações florestais etc. Neste conjunto de algoritmos há dois tipos de programas, a classificação não-supervisionada e a classificação supervisionada.

##### a) Classificação Não-Supervisionada

O algoritmo de classificação não-supervisionada mais utilizado é o agrupamento de dados (média k). O resultado deste procedimento é a classificação de cada "pixel" em um grupo, sendo pressuposto que os "pixels" do grupo possuem características semelhantes (Dutra et alii, 1981).

O algoritmo "média k" para 2 canais foi aplicado para diferenciar as classes de vegetação e a ação antrópica. Devido às semelhanças das tonalidades entre as bandas 2 e 3, quando analisadas visualmente, optou-se por utilizar as bandas 3 e 4 numa etapa inicial da pesquisa. Nesta etapa, procurou-se obter as quatro classes constantes da legenda, mas como resultado obteve-se a Figura 4.4 fornecendo os seguintes parâmetros ao algoritmo:

- população unitária,
- população máxima para considerar uma classe;
- precisão 0,01,
- número de centros: 4.

Este procedimento consiste no reconhecimento preliminar da área pela variação das respostas espectrais das classes que constituem um agrupamento de "pixels". Estas classes auxiliam a fase de treinamento para a classificação supervisionada.

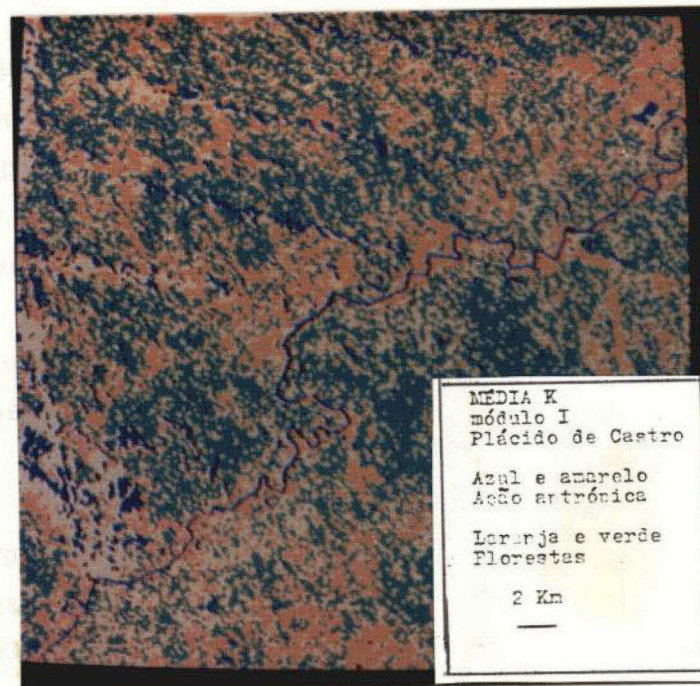


Fig. 4.4 - Resultado da classificação média k.

Nas sessões no I 100, procurou-se inicialmente aplicar o programa "média k". Com os resultados obtidos seriam selecionadas as amostras para a aplicação do algoritmo de classificação supervisionada. Mas como nas sessões iniciais o Sistema I 100 apresentou defeitos, pois quando se aplicava o algoritmo "média k" não se obtinha os resultados, a aplicação do "média k" foi abandonada, o que prejudicou o método de processamento digital das imagens.

#### b) Classificação Supervisionada

A partir dos módulos selecionados na etapa de definição da legenda, procedeu-se a aplicação do algoritmo de classificação "MAXVER" (Ribeiro et alii, 1982). Inicialmente ele foi aplicado às bandas 2, 3 e 4 do TM LANDSAT e, em sessões posteriores, acrescentou-se a banda 5 no Sistema I 100, para melhorar os resultados. Os resultados obtidos nas primeiras sessões, analisados visualmente, apresentaram confusão entre as classes de ação antrópica e floresta densa. Para eliminar este efeito, a banda 5 foi adicionada por constituir-se uma fonte de dados que permite melhores resultados.

Segundo Dottavio e Dottavio (1984) as combinações das bandas que estão na região do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio oferecem melhor qualidade de dados para a aplicação de algoritmos classificatórios. Quattrochi (1984) também utilizou as duas bandas no infravermelho médio combinadas às bandas 2, 3 e 4 do TM LANDSAT para discriminar cinco categorias de vegetação de banhado (wetlands). Portanto, as bandas no infravermelho médio contêm a maioria das informações espectrais para a diferenciação de classes de cobertura do solo (Nelson et alii 1984).

Após a seleção de amostras, foram obtidas as matrizes de classificação para avaliar o desempenho da classificação. As amostras que apresentavam baixo percentual de classificação correta, ou seja, confundiam-se com outras classes, foram eliminadas e substituídas por outras. Com este procedimento de eliminação e substituição, a classificação atingiu um limiar de desempenho de 84% para os dois módulos.

O resultado da aplicação do algoritmo "MAXVER" foi apresentado na tela do Sistema I 100 e posteriormente fotografado. As fotografias foram ampliadas para a escala de 1:100.000 com o objetivo de comparar as classes resultantes com as classes contidas no Mapa Florestal e de Utilização da Terra, elaborado por Valeriano et alii (1984).

#### 4.2.3 - METODOLOGIA UTILIZADA PARA ANÁLISE DA REDE DE DRENAGEM

Para análise da rede de drenagem, utilizou-se o parâmetro de densidade de drenagem (Dd). Este parâmetro foi definido por Horton, em 1945, como o comprimento total dos canais e a área de uma bacia de drenagem (Christofolletti, 1974). A densidade de drenagem pode ser calculada pela fórmula:

$$Dd = \frac{L_t}{A},$$

na qual Dd é a densidade de drenagem, L<sub>t</sub> é o comprimento dos canais de drenagem e A a área da bacia de drenagem.

Esta relação pode indicar a permeabilidade do embasamento rochoso, ou o grau de retalhamento topográfico resultante da atuação da rede de drenagem (Christofolletti, 1974; Christofolletti e Mayer, 1984). Considerando a permeabilidade das rochas, podem-se selecionar áreas onde a disponibilidade de águas superficiais seja suficiente para as atividades agrícolas.

Como verdade terrestre, foi utilizada a drenagem representada nas cartas topográficas da DSG, na escala de 1:100.000. A área das bacias foi representada por celas quadráticas de 2,5 por 2,5 km, de modo que em cada uma houvesse um ou mais cursos d'água. Também neste tamanho de cela pode-se alocar em média 8 lotes, sendo portanto uma base compatível com a seleção de glebas, que são conjuntos de lotes.

O módulo I foi representado por 26 celas, enquanto o módulo II por 36 celas. O menor número de celas do módulo I é devido à supressão de 10 celas que representam o território boliviano, sendo que a rede de drenagem, cidades, vilas, estradas e outras informações não constam das cartas usadas.

Optou-se pela representação sob a forma de celas quadráticas, principalmente porque para estudos de planejamento é necessária a continuidade das informações espaciais (Christofolletti et alii, 1981). Se fossem escolhidas as bacias pela ordem de grandeza, haveria o inconveniente de suas áreas não representarem todo o espaço de interesse. Além disto, o método usado oferece outras vantagens práticas como a não-exigência de seleção de bacias e a dispensa de medições de áreas.

#### 4.2.4 - METODOLOGIA USADA PARA AVALIAR A CLASSIFICAÇÃO DE PADRÕES

Para avaliar a exatidão das classes geradas através da classificação de padrões, utilizou-se o método da expansão da equação binomial de Hord e Brooner (1976), que também se encontra em Curran (1985). A estimativa da probabilidade de sucessos, isto é a exatidão das classes, pode ser obtida pela fórmula:

$$p = \frac{p \pm \frac{z^2}{2N} \pm z \sqrt{\frac{\hat{P}(1-P)}{N} + \frac{z^2}{4N^2}}}{1 + \frac{z}{N}},$$

na qual  $p$  é a probabilidade de sucessos da classe,  $P$  é a probabilidade de sucessos observados na amostra,  $N$  é o tamanho da amostra e  $z$  o coeficiente de intervalo de confiança.

Inicialmente procedeu-se à seleção de amostras. Aplicou-se sobre a imagem TM LANDSAT, já classificada, uma malha de quadrículas de 0,5 por 0,5 cm, correspondente a 0,25 km<sup>2</sup> no terreno. Para cada módulo obteve-se um total de 900 quadrículas. Mediante sorteio selecionaram-se 30 amostras para cada tema, totalizando 120 amostras por módulo. O tema que ocupou a maior área da quadrícula foi considerado para a avaliação. A probabilidade de sucessos ( $P$ ) foi obtida pela comparação destas amostras com as correspondentes, que estão contidas no Mapa Florestal e de Utilização da Terra, utilizado como base de comparação.

Por um lado a divisão dos módulos em quadrículas conduziu à generalização de escala, mas por outro, reduziu as distorções provocadas pela comparação de produtos em bases cartográficas diferentes. Além disto, este procedimento reduziu as distorções contidas nas fotografias obtidas da tela do Sistema I 100, com câmaras convencionais.

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

#### 5.1 - IDENTIFICAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM

A rede hidrográfica é fator importante para o planejamento e para a alocação das glebas num projeto de colonização, pois dos cursos d'água depende: o sistema viário, o suprimento de água para as atividades agrícolas, a determinação de reservas florestais em função dos locais de maior probabilidade de erosão e a perenização de outros canais.

A identificação visual dos canais fluviais nas imagens do TM LANDSAT foi muito difícil neste estudo. A área contém rios de baixa ordem (primeira, segunda, terceira e quarta ordens), não-caudalosos que estão escondidos por uma cobertura florestal homogênea. A vegetação constitui, então, o maior problema da área. Sob outras condições de cobertura vegetal como, por exemplo, o cerrado, o adensamento da rede de drenagem permite uma melhor identificação desta (Camargo, 1982), pois a mata galeria é mais densa junto aos rios que a vegetação adjacente.

Na área compreendida no módulo I, a imagem da banda 5 realçada através do filtro isotrópico (Figura 5.1) não permitiu a identificação de canais de baixa ordem de grandeza. Estes canais localizam-se entre os interflúvios colinosos, que margeiam as rodovias, e possuem um incipiente entalhamento vertical ao redor de 20 metros. Além disto, a vegetação densa constitui um fator que impede a identificação visual dos canais de drenagem na imagem, pois as diferenças de altura das árvores do estrato superior não permitem inferir as diferenças altimétricas.

Na unidade correspondente aos terraços e às planícies aluviais, o rio Abunã e alguns de seus tributários puderam ser identificados com bastante precisão. Dentre os tributários, o que mais se



destaca é o baixo curso do igarapé Visionário. Às margens do rio Abunã notam-se alguns meandros abandonados, ainda não-colmatados, que são in dícios de baixos terraços.



Fig. 5.1 - Resultado da filtragem isotrôpica aplicada à banda 5 - modulo I Plácido de Castro.

Quanto ao modulo II, área de interflúvios tabulares, este apresentou uma melhor definição dos canais (Figura 5.2). Apesar da cobertura vegetal que esconde os canais de drenagem, os vales apresentam um maior entalhamento vertical que contrastam com a topografia dos tabuleiros. Essas diferenças altimétricas influenciam o conteúdo de água no solo, o qual permite uma melhor definição dos canais de drenagem. Assim sendo, em altitudes mais elevadas, o solo se apresenta mais seco, enquanto próximo aos cursos d'água, em locais de menor altitude, o solo apresenta um teor de umidade mais elevado.

Partindo da premissa de que é possível estimar os valores morfométricos entre cartas topográficas e imagens do TM LANDSAT, sendo que os dados obtidos através dos dois documentos comportam-se segundo uma equação linear, efetuou-se a análise de regressão simples para os valores de densidade de drenagem encontradas nas celas quadrati



cas. Tal procedimento baseou-se nos trabalhos de Christofolletti et alii (1981), Christofolletti e Perez Filho (1975) e Camargo (1982), os quais aplicaram a análise de regressão para estimar parâmetros morfométricos obtidos a partir de documentos cartográficos diferentes.



Fig. 5.2 - Resultado da filtragem isotrópica aplicada à banda 5 - modulo II BR 317.

Inicialmente foi calculada a equação da reta que apresenta a relação entre as celas e o coeficiente de correlação ( $r$ ), para o modulo I. Estes resultados estão contidos na Figura 5.3, onde se nota uma grande quantidade de amostras com valor zero (0), as quais foram encontradas na imagem. Estas amostras, em sua maioria, correspondem aos interflúvios colinosos, onde não foi possível identificar os canais de drenagem. Também nota-se que as amostras estão muito dispersas em torno da linha de regressão, o que é revelado pelo coeficiente de correlação, com valor igual a 0,2589.

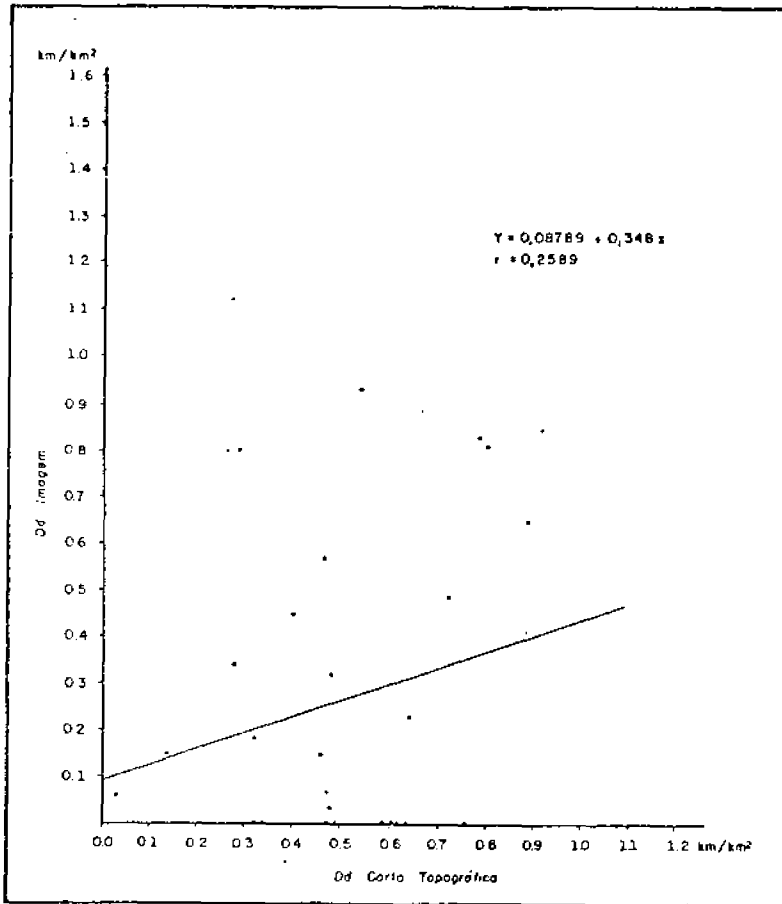


Fig. 5.3 - Regressão entre as amostras de densidade de drenagem (Dd) do módulo I.

Os canais de drenagem foram melhor identificados na área de terraços e planícies aluviais do módulo I. Por isto eliminaram-se as celas que apresentavam o valor zero (0), obtidas a partir da filtragem isotrópicas. Desta maneira selecionaram-se dezesseis (16) celas quadráticas que correspondem à unidade de terraços e planícies aluviais. O resultado dos cálculos é apresentado na Figura 5.4 que revela uma melhora, tanto na dispersão das amostras em torno da reta, quanto no coeficiente de correlação.

O módulo II que apresentou melhores condições de discriminação da rede de drenagem, também apresentou melhores resultados no

que diz respeito à regressão entre as amostras de densidade de drenagem. Pela análise da Figura 5.5, constatou-se que a reta de regressão é melhor situada entre os pontos que representam os valores de densidade de drenagem observados nos dois documentos, isto é, há um melhor ajuste. O coeficiente de correlação também apresentou valor maior que os coeficientes verificados no primeiro módulo.

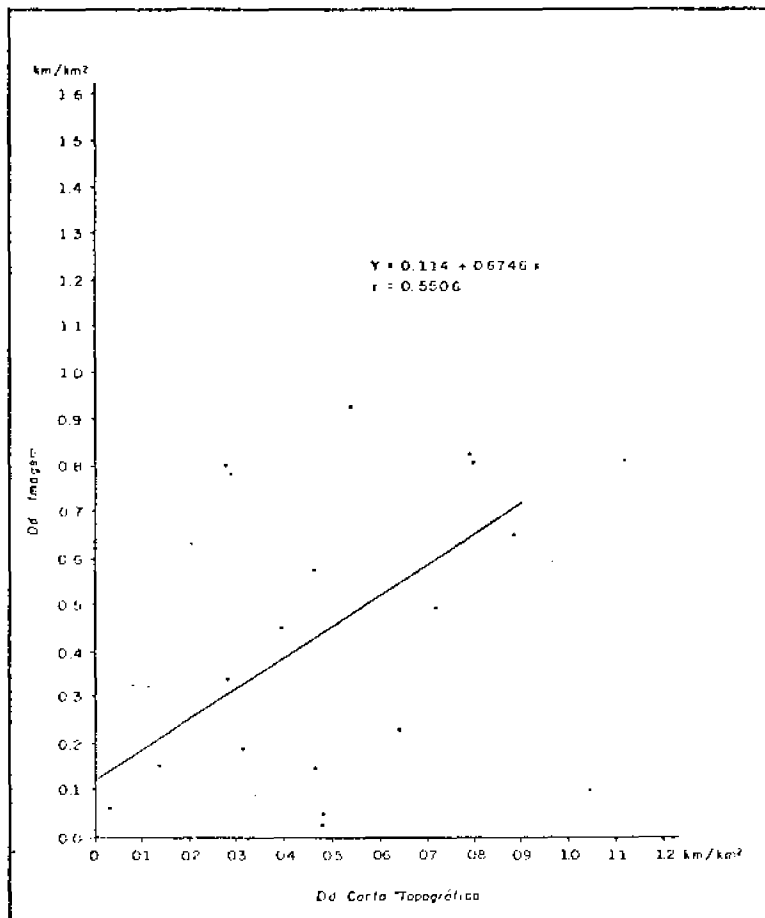


Fig. 5.4 - Regressão entre as amostras de densidade de drenagem (Dd) do módulo I (terraços e planícies aluviais).

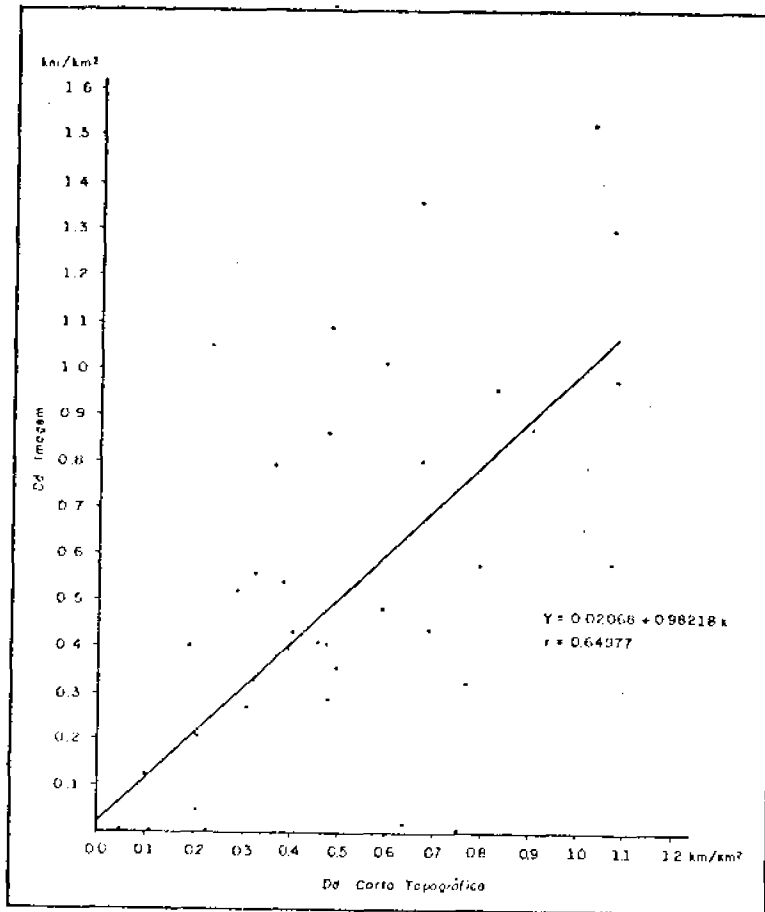


Fig. 5.5 - Regressão entre as amostras de drenagem (Dd) do módulo II.

Com a finalidade de avaliar a possibilidade de estimar os dados morfométricos da área, segundo uma equação linear, efetuou-se a análise de variância. Aplicou-se o teste F (Bonini e Bonini, 1972) com 0,05 para as três equações lineares, duas correspondentes ao módulo I e uma correspondente ao módulo II. Pela análise dos resultados contidos nas Tabelas 5.1, 5.2 e 5.3, constatou-se que os valores de densidade de drenagem para o módulo I comportaram-se segundo a regressão linear.

Considerando estes resultados, o módulo II foi aquele que apresentou as melhores informações para a avaliação da rede de drenagem. Isto se explica porque nos interflúvios tabulares ocorrem as maiores amplitudes altimétricas, em função de os vales serem mais

encaixados. Conforme resultados obtidos pelo Brasil (1984) nessas áreas ocorrem as maiores declividades, revelando o maior poder erosivo dos canais de drenagem.

TABELA 5.1

ANÁLISE DE VARIÂNCIA (TESTE F)  
MÓDULO I

FORTE DE VARIACÃO	SOMA DOS QUADRADOS	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO	F
Regressão linear	0,168	1	0,168	1,724*
Desvio	2,33905	24	0,09746	
Variacão total	2,50705	25		

\* Não-significante ao nível 0,05.

TABELA 5.2

ANÁLISE DE VARIÂNCIA (TESTE F)  
MÓDULO I (TERRAÇOS E PLANÍCIES ALUVIAIS)

FORTE DE VARIACÃO	SOMA DOS QUADRADOS	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO	F
Regressão linear	0,39956	1	0,39956	6,0899*
Desvio	0,91853	14	0,06561	
Variacão total	1,31809	15		

\* Não-significante ao nível 0,05.

TABELA 5.3

ANÁLISE DE VARIÂNCIA (TESTE F)  
MÓDULO II

FORTE DE VARIAÇÃO	SOMA DOS QUADRADOS	GRAUS DE LIBERDADE	QUADRADO MÉDIO	F
Regressão linear	2,65	1	2,65	24,8429*
Desvio	3,6267	34	0,10667	
Varição total	6,2767	35		

\* Significante ao nível 0,05.

A área de terraços e planícies aluviais contida no módulo I também apresentou algumas informações no que se refere à drenagem. Nesta área os tributários do rio Abunã são de maior ordem de grandeza do que os rios e igarapês que cortam os interflúvios colinosos. Sendo rios maiores, estes propiciam a formação de áreas de deposição de detritos, isto é, pequenas planícies. Com isto a vegetação destes locais contém maior teor de umidade do que a vegetação das áreas adjacentes. Este teor de umidade pode ser detectado na banda 5 do TM LANDSAT, pois a água contida nas folhas da vegetação dessas pequenas planícies provoca a absorção da energia na faixa do infravermelho médio. Desta forma, esta vegetação apresenta-se com tonalidades mais escuras, enquanto a vegetação dos locais mais secos apresenta-se com tonalidades mais claras, o que permite a identificação dos canais de drenagem.

5.2 - AVALIAÇÃO DAS CLASSES DE COBERTURA VEGETAL E DE AÇÃO ANTRÓPICA

A área de estudo apresenta dificuldades para a descrição espectral de formações florestais, mesmo quando se consideram as informações obtidas através de levantamento de campo. A vegetação apresenta-se homogênea, diferenciando-se pela frequência de espécies. Por

tanto, é comum encontrar as mesmas espécies nas três formações florestais da área de estudo, isto é, na floresta densa na floresta aberta de colinas e na floresta aberta de terraços e planícies aluviais.

A dificuldade na discriminação de classes é revelada pelas matrizes obtidas na classificação de padrões (Tabela 5.4 e 5.5). Pela análise destas matrizes notou-se que a classe ação antrópica apresentou maior separabilidade quando comparada às demais. As associações vegetais que melhor puderam ser discriminadas no terreno foram a floresta densa e a floresta de terraços e planícies aluviais, pois apresentaram maiores percentuais de classificação correta. Por outro lado, a floresta aberta de colinas confunde-se bastante com os outros tipos de associações vegetais.

Os resultados da classificação de padrões foram mostrados na tela do Sistema I 100 e posteriormente fotografados (Figuras 5.6 e 5.7). Estas fotografias foram ampliadas na escala de 1:100.000 e, posteriormente, as classes foram comparadas com aquelas constantes do Mapa Florestal e de Utilização da Terra da Área Piloto do PDRI/AC. O método para avaliar a exatidão das classes foi proposto por Hord e Brooner (1976), tendo sido descrito no capítulo anterior.

Pela análise das Tabelas 5.6 e 5.7, verificou-se o grande percentual de confusão entre as classes de cobertura florestal na área representada pelo módulo I. Dentre estas classes, a floresta aberta de colinas foi a que apresentou maior exatidão. Esta exatidão foi relacionada à área ocupada por esta classe, pois foi a que predominou dentro do módulo. A classe floresta aberta de terraços e planícies aluviais também ocupou áreas extensas do módulo, mas apresentou muita confusão com a classe de floresta aberta de colinas.

TABELA 5.4

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO MAXVER

MÓDULO I

CLASSES	N	FLORESTA DENSA	FLORESTA ABERTA DE COLINAS	FLORESTA ABERTA DE TERRAÇOS E PLANÍCIES ALUVIAIS	AÇÃO ANTRÓPICA
Floresta densa	0,0	80,7	19,3	0,0	0,0
Floresta aberta de colinas	0,0	13,4	79,5	7,1	0,0
Floresta aberta de terraços e planícies aluviais	0,0	0,0	7,5	90,0	2,5
Ação antrópica	0,0	0,0	0,0	2,3	97,7

Desempenho médio (DM) = 84,2%

Abstenção média (AM) = 0,0%

Confusão média (CM) = 15,8%



TABELA 5.5

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO MAXVER  
MÓDULO II

CLASSES	N	FLORESTA DENSA	FLORESTA ABERTA DE COLINAS	FLORESTA ABERTA DE TERRAÇOS E PLANÍCIES ALUVIAIS	AÇÃO ANTRÓPICA
Floresta densa	0,0	80,8	15,4	3,8	0,0
Floresta aberta de colinas	0,0	15,6	68,7	12,5	3,1
Floresta aberta de terraços e planícies aluviais	0,0	3,8	3,8	84,6	7,7
Ação antrópica	0,0	0,0	0,0	2,1	97,9

Desempenho médio (DM) = 84,2%

Abstenção média (AM) = 0,0%

Confusão média (CM) = 15,8%

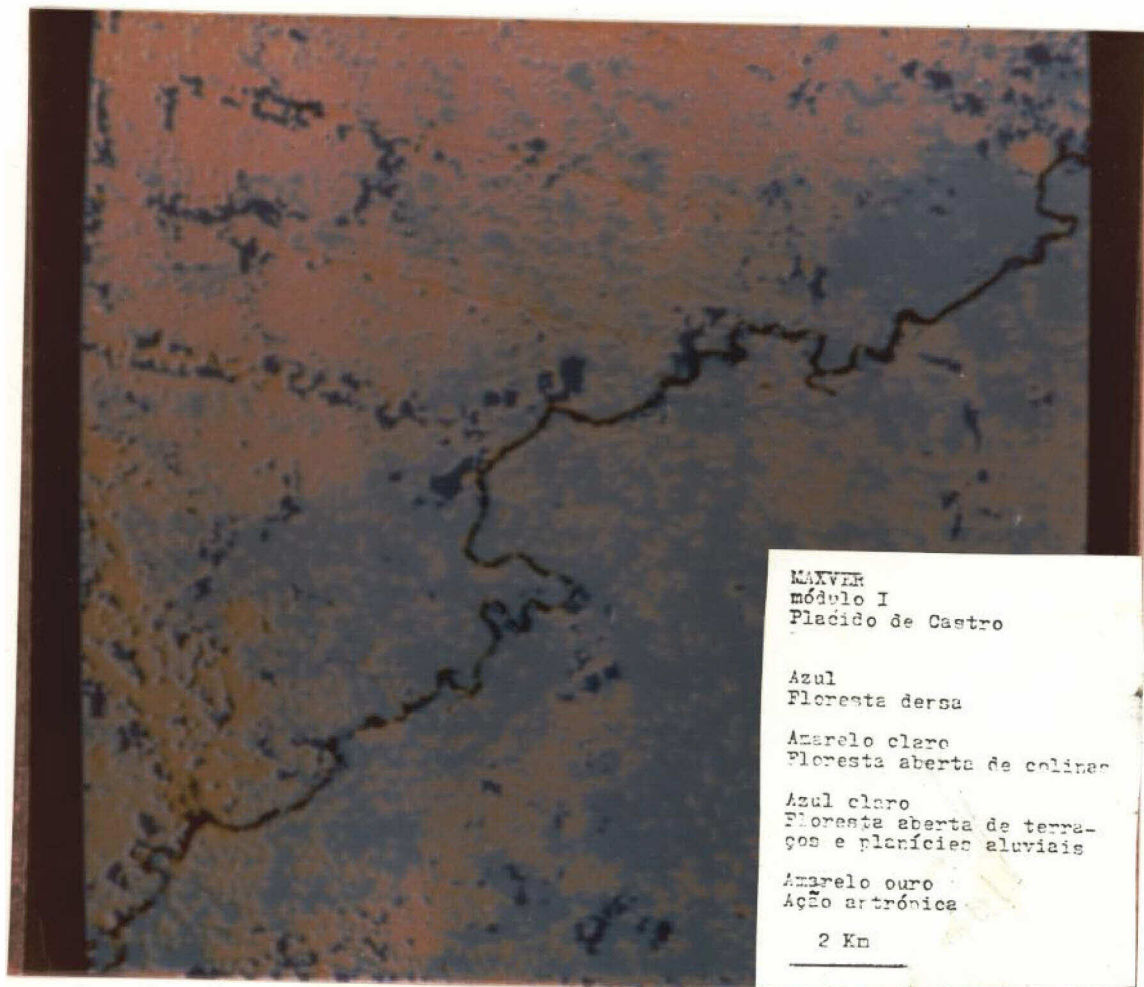


Fig. 5.6 - Resultado da classificação MAXVER, módulo I.

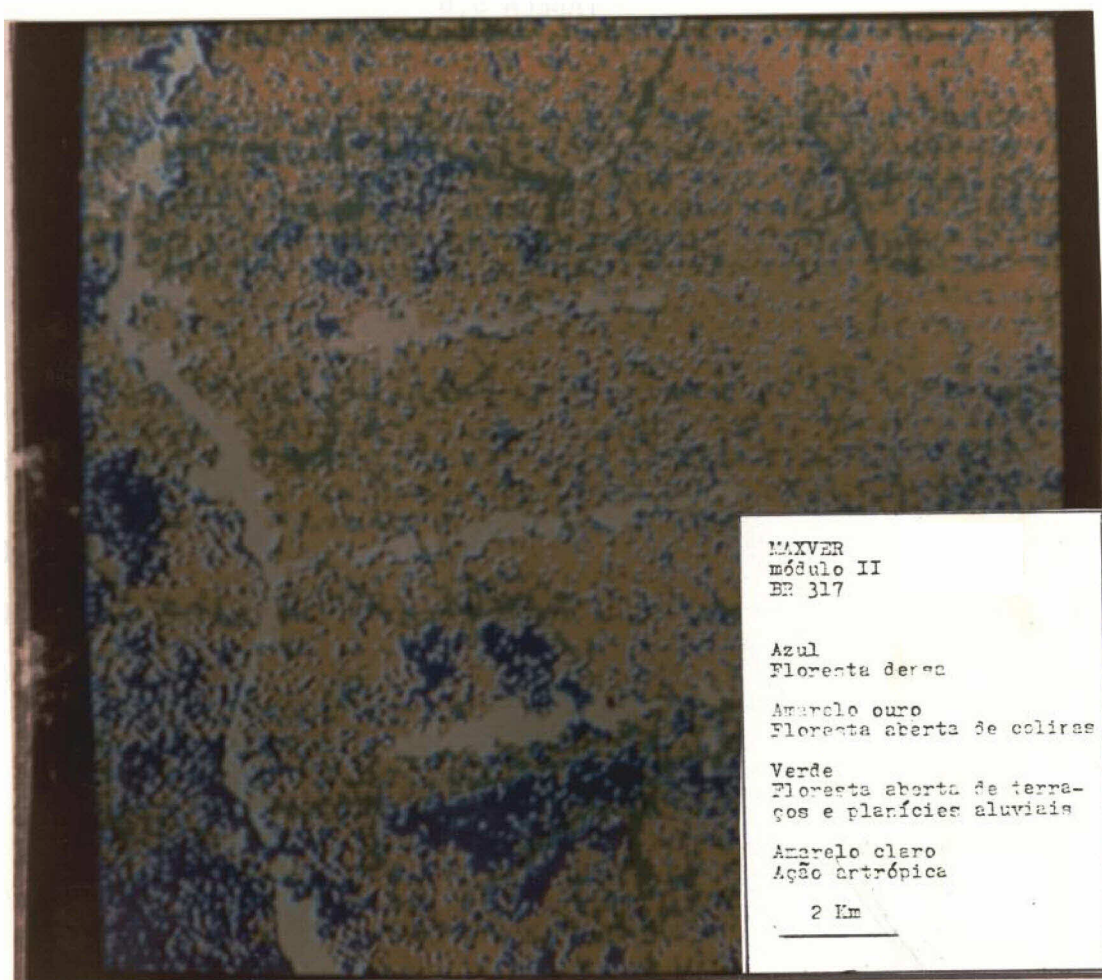


Fig. 5.7 - Resultado da classificação MAXVER, módulo II.

TABELA 5.6

MATRIZ DE CONFUSÃO DE CADA CLASSE  
MÓDULO I

<u>IMAGEM</u> M V T	<u>FLORESTA</u> <u>DENSA</u>	<u>FLORESTA</u> <u>ABERTA DE</u> <u>COLINAS</u>	<u>FLORESTA</u> <u>ABERTA DE</u> <u>TERRAÇOS</u>	<u>AÇÃO</u> <u>ANTRÔPICA</u>	<u>TOTAL</u>
Floresta densa	07	16	03	04	30
Floresta aberta de colinas	02	18	09	01	30
Floresta aberta de terraços	07	09	12	02	30
Ação antrôpica	00	01	08	21	30
Total	16	44	32	28	120

TABELA 5.7

EXATIDÃO DA CLASSIFICAÇÃO RESULTANTE  
MÓDULO I

<u>CLASSES</u>	<u>PROPORÇÃO CORRETA</u>	<u>EXATIDÃO DAS CLASSES</u>
Floresta densa	07/30	0,1156 - 0,4057
Floresta aberta de colinas	18/30	0,4232 - 0,7541
Floresta aberta de terraços	12/30	0,2459 - 0,5768
Ação antrôpica	21/30	0,5212 - 0,8334
Total	58/120	0,3926 - 0,5686

(Nível de significância 0,05).

Das quatro classes, a classe ação antrópica foi a que apresentou a melhor definição, pois sua identificação pode ser feita a partir da interpretação visual das imagens. Portanto, não há necessidade da aplicação de técnicas de processamento digital para discriminar esta classe. A classe ação antrópica pode ser identificada e delimitada a partir de ampliações das bandas 2, 3, 4 e 5 separadamente ou na forma de composições coloridas, feitas com a utilização do Sistema I 100 ou outro sistema de processamento de imagens do TM LANDSAT.

Quanto ao módulo II, verifica-se a baixa precisão na diferenciação das associações vegetais. A classe de floresta densa que predomina nesta área de interflúvios tabulares, mistura-se bastante com a classe de floresta aberta de colinas. A classe de terraços e planícies aluviais que ocorrem em estreitas faixas ao longo dos rios e igarapês também apresenta grande confusão com a classe floresta aberta de colinas (Tabelas 5.8 e 5.9).

A classe ação antrópica foi aquela que também apresentou melhor definição. Esta classe atingiu uma probabilidade de acertos de 50%. Tal como acontece no módulo I, esta classe pode ser delimitada visualmente a partir de ampliações fotográficas das imagens do TM LANDSAT.

A baixa precisão para diferenciar as classes constantes da legenda pode ser explicado pela alta frequência de níveis de cinza dos "pixels" classificados como temas diferentes. Isto significa que em uma pequena área pode-se encontrar a combinação dos quatro temas sem contigüidade, não havendo predomínio de um deles. A resolução radiométrica em 256 níveis de cinza, juntamente com a resolução espacial de 30 m do sensor, dá como resultado este tipo de confusão.

TABELA 5.8

MATRIZ DE CONFUSÃO DE CADA CLASSE  
MÓDULO II

IMAGEM M T V	FLORESTA DENSE	FLORESTA ABERTA DE COLINAS	FLORESTA ABERTA DE TERRAÇOS	AÇÃO ANTRÔPICA	TOTAL
Floresta densa	14	13	01	02	30
Floresta aberta de colinas	09	13	05	03	30
Floresta aberta de terraços	06	13	09	02	30
Ação antrôpica	01	07	03	19	30
Total	30	46	18	26	120

TABELA 5.9

EXATIDÃO DA CLASSIFICAÇÃO RESULTANTE  
MÓDULO II

CLASSES	PROPORÇÃO CORRETA	EXATIDÃO DAS CLASSES
Floresta densa	14/30	0,3052 - 0,6416
Floresta aberta de colinas	13/30	0,2709 - 0,6049
Floresta aberta de terraços	09/30	0,1667 - 0,4788
Ação antrôpica	19/30	0,4519 - 0,7786
Total	55/120	0,3715 - 0,5471

(Nível de significância 0,05).

As diferenças entre as bases cartográficas do mapa utilizado para a avaliação da exatidão das classes e das imagens do TM LANDSAT contribuem para diminuir a precisão da classificação temática. Isto quer dizer que uma cela no Mapa Florestal e de Utilização da Terra da Área Piloto do PDRI/AC não corresponde exatamente à cela da imagem, ou seja, há diferenças em sua localização. Além disto, contribui ainda mais para o aumento das distorções, a técnica de fotografar a tela do Sistema I 100 com máquinas convencionais, o que não permite obter um produto de boa qualidade geométrica. As fotografias convencionais possuem distorções que aumentam do centro para as suas bordas. Disto resulta que os centros destas fotografias são mais precisos e permitem comparações com produtos cartográficos, enquanto as áreas de bordas não permitem tal comparação.

Ressalta-se ainda que, usando somente os programas de classificação de padrões no Sistema I 100, foi possível observar faixas ruidosas na imagem. Mesmo o algoritmo de "correção radiométrica", quando aplicado, não eliminou este efeito. Estas faixas com ruídos interferiram nos resultados, diminuindo a precisão da percentagem de acertos para as classes.

Por isso tentou-se obter outras imagens desprovidas de ruídos que, no entanto, apresentavam alta percentagem de cobertura de nuvens, tão comum em imagens da Região Amazônica, e assim não permitiram uma seleção de imagens melhores.

Considerando o processamento digital realizado, constatou-se que as imagens do TM LANDSAT apresentaram um elevado potencial para a discriminação entre áreas desmatadas e áreas cobertas por florestas. Assim sendo, estas imagens permitem o estudo evolutivo das ações antrópicas (principalmente o desmatamento) que ocorrem na área, através da análise de imagens obtidas em diversos anos.





## CAPÍTULO 6

### CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o potencial dos dados obtidos pelo TM LANDSAT para o levantamento de informações relativas à drenagem e à vegetação, numa parte do Estado do Acre. Estas informações constituem subsídios básicos para o planejamento de locais destinados à colonização. Portanto, estes dados são de grande interesse aos órgãos estaduais e federais que executam tal atividade. Por outro lado, esta parte da Amazônia é carente em informações cartográficas que permitam o planejamento e assentamento das populações agrícolas.

A análise dos resultados obtidos através do processamento digital possibilitou fazer considerações quanto à utilização de imagens do TM LANDSAT para a área de estudo.

#### 6.1 - DISCRIMINAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM

- a) As unidades fisiográficas da região em estudo que apresentam melhores condições de discriminação das imagens do TM LANDSAT são as áreas de interflúvios tabulares. A identificação dos locais onde ocorre estas unidades pode ser feita utilizando as imagens de RADAR do Projeto RADAMBRASIL.
- b) A banda 5 do TM LANDSAT é a mais adequada à identificação dos cursos d'água. O teor de umidade contido nas folhas das formações florestais sobre terraços e planícies aluviais resulta em comportamentos espectrais diferentes das outras formações florestais de outros locais.
- c) A filtragem isotrópica facilita a interpretação da drenagem, devido ao realce de "pixels" vizinhos, quando aplicada à banda 5.

- d) A cobertura florestal homogênea dificulta a identificação de canais de drenagem de baixa ordem (primeira, segunda e terceira).
- e) As unidades fisiográficas de interflúvios colinosos, previamente identificados em imagens de RADAR, são as que apresentam as maiores dificuldades para o delineamento dos canais na imagem.
- f) Na região de terrenos formados no Terciário, na Amazônia, as imagens do TM LANDSAT apresentam sérias restrições quanto ao levantamento da rede de drenagem devido à cobertura florestal. O uso das imagens é restrito quando comparado às cartas topográficas na escala 1:100.000, da DSG.

## 6.2 - DISCRIMINAÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL

- a) A resolução radiométrica permite uma melhor discriminação de classes nas imagens do TM LANDSAT. No entanto, para áreas homogêneas como as florestas, esta resolução, bem como o tamanho do "pixel" (30 x 30 m), dificulta a seleção de amostras para treinamento, pois numa pequena área da imagem encontram-se "pixels" muito próximos, estes com níveis de cinza diferentes.
- b) Para a classificação supervisionada MAXVER, opção quatro bandas, a inclusão da banda 5 aumenta a separabilidade entre as classes. Esta banda pode fornecer boas informações sobre a diferenciação da vegetação.
- c) As imagens do TM LANDSAT permitem a diferenciação entre áreas desmatadas e áreas com cobertura florestal. Isto pode ser feito apenas através da interpretação visual, não havendo necessidade de recorrer à classificação de padrões por meio de técnicas de processamento digital.
- d) A resolução espacial de 30 m facilita a demarcação de limites entre áreas de ação antrópica e florestas.

- e) A avaliação da exatidão das classes é dificultada pela precisão dos produtos. Isto é, as imagens e cartas em bases cartográficas diferentes geram erros de comparação.

### 6.3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o potencial de aplicação de imagens do TM LANDSAT, em áreas de cobertura florestal homogênea, Amazônia Ocidental, é muito restrito. Os resultados imprecisos não podem ser utilizados para a implantação de projetos de colonização.

Em função do baixo potencial de aplicação destas imagens, verifica-se a necessidade de estudos mais detalhados que levem em conta o reconhecimento das respostas espectrais dos alvos em diversas faixas do espectro eletromagnético. Esses estudos compreendem simulações com dados obtidos a partir de câmaras fotográficas, "scanners" multiespectrais, radiômetros e espectrorradiômetros, estes transportados em aeronave ou em trabalhos de campo. Tais simulações visam subsidiar as aplicações de imagens orbitais para áreas como a Amazônia, onde o maior problema dessas aplicações é a cobertura de nuvens e o espalhamento atmosférico.

Quanto ao rápido processo de colonização da região, a ausência de informações sobre o meio ambiente prejudica diretamente a população assentada. Portanto, haveria maior vantagem para a população de seringueiros, que sobrevive e utilizam adequadamente os recursos florestais (Capítulo 3), se as terras não fossem colonizadas de maneira rápida e sem um plano adequado.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, G. Aplicabilidade da análise automática de imagens LANDSAT à pesquisa mineral no interflúvio Araguaia-Xingū. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2. Brasília, DF, 1982. *Anais*. São José dos Campos, INPE, 1982, v. 1, p. 197-206.
- ANUTA, P.; BARTOLUCCI, L.; DEAN, E.; LOZANO, F.; MALARET, E.; MCGILLEM, C.; VALDES, J.; VALENZUELA, C. LANDSAT 4 MSS and TM spectral class comparison and coherent noise analysis. In: BARKER, J.; ed. *LANDSAT 4 science investigations summary*. Maryland, NASA Godard Space Flight Center, Jul. 1984, v. 2, p.1-6 (NASA CP 2326).
- AQUINO, L.C.S. de; SHIMADUKURO, 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. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2., Brasília, DF, 1982. *Anais*. São José dos Campos, INPE, 1982, v. 3. p. 839-848.
- BADHWAR, G.D.; HENDERSON, K. E.; PITTS, D. E.; JOHNSON, W.R.; SESTAK, M.L.; WOOLFORD, T.; CARNES, J. Comparison of simulated Thematic Mapper data and Multispectral Scanner data. *Remote Sensing of Environment*, \_\_ (14):247-255, 1984.
- BONINI, E.E.; BONINI, S.E. *Estatística: teoria e exercícios* São Paulo, Loyola. 1972. 443 p.
- BRASIL. Ministério do Planejamento. Comissão Estadual de Planejamento Agrícola do Acre (SEPLAN/CEPA-AC). *Diagnóstico da Área Piloto do PDRI/AC*. Rio Branco, AC, 1984. v. 1, 84p.
- CAMARGO, J.C.G. *Avaliação das imagens LANDSAT para estudos morfológicos e topológicos de bacias hidrográficas em uma área do Planalto Ocidental Paulista: interflúvio Tietê - Aguapeí (Feio)*. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Orientador: A. CHRISTOFOLETTI. São José dos Campos, INPE, 1982. 259. (INPE 2444-TDL/093).
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo, Edgard Blucher Ltda. Ed. Universidade de São Paulo, 1974. 149 p.

- CHRISTOFOLETTI, A.; GUERRA, C.E.C.; MAGNAVITA, I.M.P.; MARTINS, M.R.; TAVARES, A.C. Contribuição à análise morfométrica das regiões das bacias do Jequetinhonha e Extremo Sul, no Estado da Bahia. *Notícia Geomorfológica*, 21(41):61-84, jun. 1981.
- CHRISTOFOLETTI, A.; MAYER, O.S. Análise da rugosidade topográfica na região Administrativa de Campinas (SP). *Boletim de Geografia Teórica*, 14(27-28):87-100, 1984.
- CHRISTOFOLETTI, A.; PEREZ FILHO, A. Estudo comparativo entre documentação cartográfica (1:50.000) e a aerofotográfica (1:25.000) para análise da drenagem. *Notícia Geomorfológica*, 15(30):55-64, dez. 1975.
- CRUZ, M.B.C. da; RAMOS NETO, J. A colonização e a situação fundiária do Acre. In: SEMINÁRIO AGROPECUÁRIO DO ACRE, 1, Rio Branco, 1983. *Anais*. Rio Branco, EMBRAPA, 1983, p. 35-78.
- CUNHA, F.M.B. da. Significado das refletâncias anômalas registradas na vegetação da bacia do Alto Amazonas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2., Brasília, DF, 1982. *Anais*. São José dos Campos, INPE, 1982, v. 1, p. 169-178.
- CURRAN, P.J. *Principles of remote sensing*. New York, Longman, 1985. 282 p.
- DEGLÓRIA, S.D.; COLWEL, R.N. Characterization of LANDSAT 4 TM and MSS image quality for interpretation of agricultural and forest. In: BARKER, J., ed. *LANDSAT 4 science investigations summary*. Maryland, NASA Goddard Space Flight Center, Jul. 1984, v. 2, p. 98-99 (NASA CP 2326).
- DOTTAVIO, C.L.; DOTTAVIO, F.D. Potential benefits of new satellite sensors to wetland mapping. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 50(5):599-606, may 1984.
- DOUGLAS, I. Soil conservation measures in river basin planning. In: SAHA, S.K.; BARROW, C.J. *River basin planning: theory and practice*. London, John Wiley, 1981, part 2 p. 42-49.
- DUTRA, L.V.; SOUZA, R.C.M. de; MITSUO II, F.A.; MOREIRA, J.C. *Análise automática de imagens multiespectrais*. São José dos Campos, INPE, ago. 1981, 33 p. (INPE 2212 - MD/009).

- DUTRA, L.V.; PARADELLA, W.R. *Filtragens digitais de imagens LANDSAT como técnica de auxílio visual na fotointerpretação geológica*. São José dos Campos, INPE, jul. 1980, 7 p. (INPE 1823 - RPE/189).
- DYKSTRA, J.D.; SHEFFIELD, C.A.; EVERETT, J.R. Evaluation of LANDSAT 4 Thematic Mapper data as applied to geologic exploration: summary of results. In: BARKER, J.; ed. *LANDSAT 4 science investigations summary*. Maryland, NASA Goddard Space Flight Center, Jul. 1984, v. 2, p. 103 - 108 (NASA CP 2326).
- EPIPHANIO, J.C.; FORMÁGGIO, A.R.; VALÉRIO FILHO, M. Imagens RBV LANDSAT 3 em estudos quantitativos da rede de drenagem In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2., Brasília, DF, 1982. *Anais*. São José dos Campos, INPE, 1982, v. 1, p. 285 - 294.
- FREDEN, S.C.; GORDON JR., F. LANDSAT Satellites. In: COLWELL, R. N.; ESTES, J.E.; THORLEY, G.A., ed. *Manual of remote sensing*, 2. ed., Falls Church, VA, American Society of Photogrammetry, 1983. cap. 12, p. 517-570.
- GARCIA, G.J. Perspectivas do sensoriamento remoto na análise ambiental. *Geografia*, 9(17):133-143, out. 1984.
- GUERRA, A.T. *Estudo geográfico do Território do Acre*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. CNG. Rio de Janeiro, 1985.
- HORD, R.M.; BROONER, W. Land-use map accuracy criteria. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 42(5):671-677, May 1976.
- MORAN, E.F. Estratégias de sobrevivência: o uso dos recursos ao longo da rodovia Transamazônica. *Acta Amazônica*, 7(3):363-379. 1977.
- MYRES, V.I. Crops and soils. In: REEVES, R.G.; ANSON, A.; LANDEN, D. ed. *Manual of remote sensing*. Falls Church, VA American Society of Photogrammetry, 1975. cap. 22, p. 1715-1814.
- NELSON, R.F.; LATTY, R.S.; MOTT, G. Classifying northern forests using Thematic Mapper simulation data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 50(5): 606-617, May. 1984.

- OLIVEIRA, A.E. de. Ocupação humana. In: SALATI, E.; SHUBART, H.O.R.; JUNK, W.; OLIVEIRA, A.E. de. *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*. Brasília, Brasiliense, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico 1983, p. 144-327.
- PENTEADO, M.M. *Fundamentos de geomorfologia*. 2 ed. Rio de Janeiro, FIBGE, 1983.
- PROJETO RADAMBRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM). *Levantamento de recursos naturais*. v. 12. Folha Rio Branco SC - 19. Rio de Janeiro, 1976.
- QUATTROCHI, D.A. An initial analysis of LANDSAT 4 Thematic Mapper data for discrimination of agricultural forest wetland and urban land-use covers. In: BARKER, J., ed. *LANDSAT 4 science investigations summary*. Maryland, NASA Goddard Space Flight Center, Jul. 1984, v.2, p. 111-112 (NASA CP 2326).
- RIBEIRO, E.A.; MITSUO II, F.A.; MOREIRA, J.C.; DUTRA, L.V. *Manual do usuário dos sistemas de tratamento de imagens digitais*. São José dos Campos, INPE, out. 1982. 158 p.
- SANTOS, A.P. dos; NOVO, E.M.L. de M. *Uso de dados LANDSAT na implantação e acompanhamento de projetos agropecuários no sudoeste da Amazônia Legal*. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Orientador: J. XAVIER da SILVA. São José dos Campos, INPE, jun. 1977. 207 p. (INPE 1044 TPT/056).
- SHUBART, H.O.R. Ecologia e utilização das florestas. In: SALATI, E.; SHUBART, H.O.R.; JUNK, W.; OLIVEIRA, A.E. de. *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*. Brasília. Brasiliense, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1983. p. 101-143.
- SOARES, L. de C. Hidrografia. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (FIBGE). *Geografia do Brasil: Região Norte*. Rio de Janeiro, 1977, v. 1, cap. 4. p. 95-166.
- TARANIK, J.V. *Principles of computer processing of LANDSAT data for geologic applications*. Sioux Falls, U S Geological Survey, 1978. 50 p.



VALERIANO, D. de M.; GONÇALVES, A.J.T.; SANTOS, A.P. dos; LUCHIARI, A.  
*Mapeamento florestal e da utilização da terra da Área Piloto do*  
*PDR1/AC.* São José dos Campos, FUNCATE CEPA/AC, 1984. 13 p.

WILLIAMS, D.L.; IRONS, J.R.; MARKHAM, B.L.; NELSON, R.P.; TOLL, D. L.  
Impact of Thematic Mapper sensor characteristics on classification  
accuracy. In: BARKER, J., ed. *LANDSAT 4 science investigations*  
*summary.* Maryland, NASA Goddard Space Flight Center, Jul. 1984, v.  
2, p. 93-97 (NASA CP 2326).