

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA-PROGRAMA DO CAREIRO-PDRI/AM ATRAVÉS
DA TÉCNICA DE SENSORIAMENTO REMOTO

Tania Maria Sausen
Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
Caixa Postal 515 - 12200 - São José dos Campos - SP - Brasil

Luiz Carlos Sêrvulo de Aquino
Centro de Desenvolvimento, Pesquisa e Tecnologia do Estado do Amazonas
(CODEAMA)

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo utilizar dados do Sistema MSS/LANDSAT para a compartimentação geomorfológica de uma área-programa selecionada do PDRI/AM. A área teste é o município do Careiro, localizado próximo a Manaus, com um total de 4000 km². Para o mapeamento utilizaram-se duas imagens da órbita 346/14, datadas de 31/07/77 (período de cheia) e 01/12/81 (período de vazante). Dividiu-se a área em 11 módulos de 900 km² cada um. Para a ampliação dos módulos para escala de 1:100.000 e para o seu tratamento automático, através de técnicas de realce visual (realce de contraste e principais componentes), fez-se uso do Sistema I-100. A aplicação do tratamento automático sobre os dados do Sistema MSS/LANDSAT permitiu a compartimentação da área de estudo em quatro unidades de relevo: planícies fluviais, planícies flúvio-lacustres, divisores tabulares e áreas dissecadas em tabuleiros.

ABSTRACT

This work aims at the utilization of MSS-LANDSAT data to the geomorphological mapping of a selected program area of the PDRI-AM. The test area is the county of Careiro, which is close to Manaus, with an area of 4000 km². Two scenes of the frame of path/row annotation 346/14 were utilized in the mapping procedure: 07/31/77 (high water level period) and 12/01/81 (low water level period). The total area was divided into 11 segments with 900 km² each. The Image-100 system was used in the enlargement of the segments at the scale of 1:100,000 and in their digital processing, by means of enhancement techniques, to the MSS-LANDSAT data which allowed the delimitation of the following four terrain units within the teste area: fluvial plains, fluvio-lacustrine plains, table watershed and dissected table borders.

1. INTRODUÇÃO

O mapa geomorfológico de uma área pode ser utilizado para orientar sua ocupação racional. Na região Amazônica, devido à densa cobertura da mata, as informações geológicas e pedológicas, obtidas a partir de dados de sensoriamento remoto, são derivadas em grande parte das análises das feições de relevo evidenciadas pelas imagens. Desta forma, um mapa geomorfológico pode ser utilizado como fonte de informação para o levantamento de outros recursos naturais (Niero et alii, 1981).

As características das imagens orbitais obtidas de sensores, como por exemplo o sistema LANDSAT, são de grande utilidade em Geografia, devido à obtenção quase instantânea dos dados, à visão sinótica de grandes áreas e à cobertura repetitiva. No contexto da Geomorfologia, os produtos de sensoriamento remoto têm sido utilizados tanto para mapeamento regional, como por exemplo assoreamento de corpos d'água, como para análise de áreas sujeitas a processos de erosão acelerada, avaliação de alterações provocadas por enchentes, etc. (Sausen e Novo, 1981).

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho é utilizar dados do Sistema MSS/LANDSAT para a compartimentação geomorfológica de uma área-programa selecionada do PDRI-AM (Programa de Desenvolvimento Rural Integrado do Estado do Amazonas).

A área escolhida para este trabalho é a do Município do Careiro, localizada próximo a Manaus, a qual perfaz um total de 4000 km².

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A. Materiais

A.1 - Produtos do LANDSAT

Foram utilizados os dados MSS, na forma digitalizada, contidos em fitas compatíveis com o computador (CCT). As CCTs que cobrem a área de estudo correspondem à órbita 346 (ponto 14), nas datas de 31/07/77 e 01/12/81.

Foi utilizado também uma composição infravermelho colorida, da área de estudo, na escala de 1:250.000, para que se tivesse dela uma visão integrada.

A.2 - Equipamentos

Para a análise das CCTs foi utilizado o Sistema IMAGE-100, um Analizador de Imagens Multiespectrais (General Electric Company, 1975). Este sistema permite a classificação espectral da cena ponto a ponto, possuindo uma série de programas para realçar os alvos a serem discriminados. Possui um vídeo que permite ao observador examinar o resultado do tratamento automático. Para a análise posterior do resultado são obtidas fotografias e "slides" diretamente da tela do sistema.

A.3 - Material Complementar

- Cartas topográficas do Serviço Geográfico do Exército Ministério do Exército (DSG), na escala 1:100.000.

- Mapas geomorfológicos do DNPM (RADAMBRASIL), Folhas Manaus e Santarém, na escala 1:1.000.000.

- Mapas geológicos do DNPM (RADAMBRASIL), Folhas Manaus e Santarém, na escala 1:1.000.000 (1978).

- Mosaicos semicontrolados de radar, DNPM (Projeto RADAM), Folhas SA.21-Y-C e SA.20-Z-D, na escala 1:250.000 (1972).

- Fotografias aéreas em preto e branco, na escala 1:70.000, cedidas pelo Instituto de Terras do Amazonas (ITERAM).

B. Método

B.1 - Etapas

Para fazer a compartimentação geomorfológica da área de estudo, foram observadas as etapas descritas abaixo:

- revisão bibliográfica,
- tratamento automático preliminar dos dados MSS/LANDSAT,
- análise visual preliminar dos dados MSS/LANDSAT,
- trabalho de campo,
- tratamento automático final dos dados MSS/LANDSAT,
- análise visual final dos dados MSS/LANDSAT,
- integração dos dados,
- relatório final.

B.2 - Metodologia do tratamento automático dos dados MSS/LANDSAT

No sistema I-100 o tratamento dos dados MSS/LANDSAT obedeceu às etapas descritas a seguir:

a) Divisão da área de estudo em módulos

A área de estudos foi dividida em 11 módulos de 900 km² de área cada um. Estes módulos referem-se à passagem de 31/07/77 (período de cheia). Para a passagem de 01/12/81 (período de vazante) foram estabelecidas apenas nas três módulos, referentes às planícies fluviais dos rios Solimões e Amazonas e à planície flúvio-lacustre do lago Purupuru.

O procedimento para a coleta de informações nos dois períodos sazonais nestas áreas foi adotado pelo fato de elas serem as partes mais sujeitas a inundações em toda a área de estudo.

b) Ampliação dos módulos

Cada um dos módulos foi ampliado para a escala 1:100.000, através do programa ESCALA existente no Sistema I-100.

Assim, cada módulo compreende um quadrado de 30 cm x 30 cm.

c) Processamento preliminar

Foi utilizada uma técnica de correção de imagem para a remoção de ruídos, que são inerentes em imagens digitais, para substituir linhas desprovidas de informações e principalmente para minimizar os efeitos atmosféricos em imagens orbitais.

A técnica de correção de imagens utilizada neste trabalho foi a de correção de ruídos de varreduras do imageador (striping). Este tipo de ruído é caracterizado por um padrão de linhas horizontais, diretamente ligadas ao sistema de imageamento do MSS do LANDSAT. Como os detectores são independentes e possuem curvas de respostas não-lineares entre si na coleta dos dados, tem-se como resultado um padrão de linhas horizontais que inclui ruído e informação espectral de interesse (Paradella, 1982).

d) Técnicas de realce de imagens

As técnicas de realce de imagens utilizadas neste trabalho foram aquelas referentes às componentes principais e às ampliações de contraste (contrast stretch).

e) Realce por componentes principais

De acordo com Paradella e Vitorello (1981) e Paradella (1982), o método das componentes principais é uma técnica que determina uma transformação linear dos dados originais através de uma rotação e translação no espaço de atributos espectrais, definidos por eixos ortogonais correspondentes aos 4 canais do MSS/LANDSAT. Esta transformação tende a concentrar todas as informações dos canais originais (variância) em um outro conjunto de eixos (canais transformados ou componentes principais) que são não-correlacionados entre si. A técnica supõe que a variância é uma medida da quantidade de informação na cena.

Além disso, esta transformação é feita de tal forma que a maior parte da informação é concentrada nas primeiras componentes, enquanto às componentes restantes é associado o mínimo de informação (normalmente à quarta componente principal é associado o ruído contido nas cenas originais).

f) Ampliação do contraste (contrast stretch)

A técnica de realce de contraste, ou "contrast stretch", consiste essencialmente em aplicar na cena original uma transformação matemática que expanda o intervalo original para toda a escala de cinza disponível.

A transformação utilizada neste trabalho foi o contraste linear:

$$LS = aLe + b,$$

onde:

LS = o valor de cinza do "pixel" da saída,

Le = o valor em nível de cinza original,

a e b = são constantes que definem ganho e "off-set".

Neste tipo de transformação, um valor original L_1 é transformado para zero e um valor L_2 é ajustado para o nível 255, sendo os valores intermediários entre L_1 e L_2 distribuídos proporcionalmente.

Após o término da seqüência do tratamento automático descrito acima, junto com a combinação de diferentes filtros coloridos (azul, verde e vermelho) existentes no Analisador de Imagens Multiespectrais (Image-100), foi possível obter produtos fotográficos semelhantes aos da Figura 1.

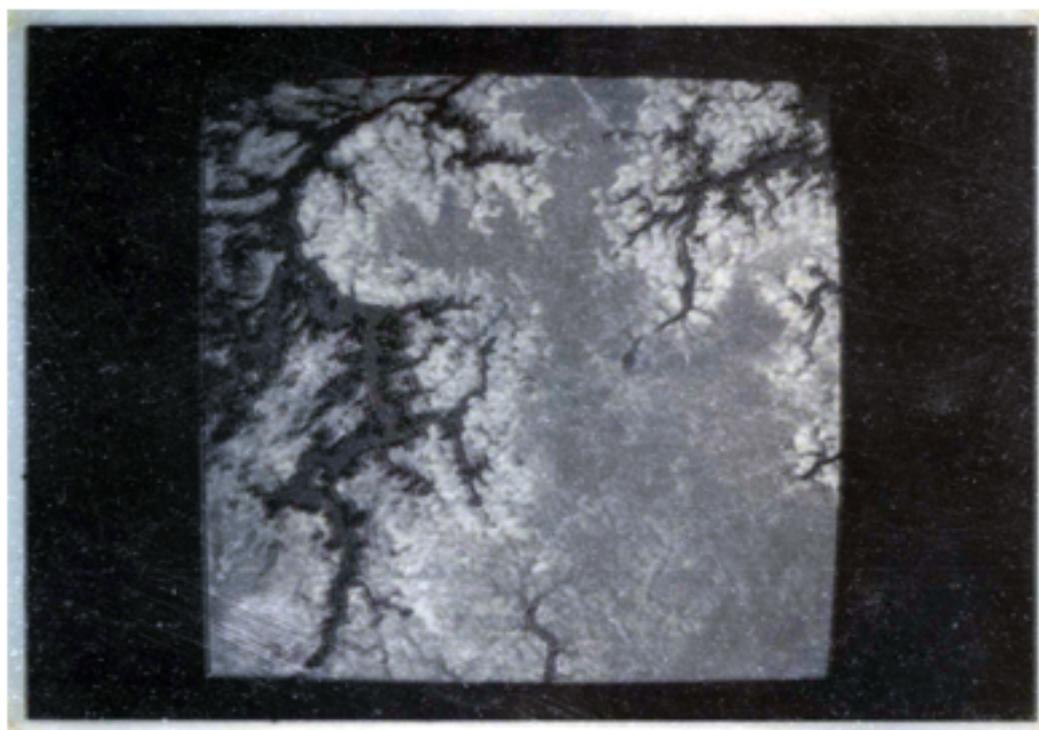


Fig. 1 - Lago Manaquiri. Passagem 31/07/77.

Neste módulo foi utilizado o tratamento automático descrito neste texto com a seguinte combinação de filtros: no canal 1, filtros vermelho e azul; canal 2, filtro verde.

8) Ampliação fotográfica dos módulos

O resultado do tratamento automático de cada módulo foi fotografado e ampliado (30 cm x 30 cm) para a escala de trabalho de 1:100.000 em papel fotográfico. Destas ampliações foram extraídas visualmente as informações das feições morfológicas da área de estudo.

B.3 - Análise visual dos dados MSS/LANDSAT

Fez-se a interpretação visual das ampliações fotográficas dos módulos da área de estudo segundo metodologia sugerida por Sausen e Novo (1981) e Niero et alii (1981).

a) Levantamento da rede de drenagem

Nesta fase foi mapeada visualmente, nas ampliações fotográficas, a rede de drenagem da área de estudo. Os rios de grande porte e os grandes

lagos da região foram delimitados a partir da tonalidade escura ou azulada (conforme a combinação de filtros e/ou concentração de sedimentos em suspensão) da lâmina d'água, e os canais secundários, através do traçado dos seus cursos no meio da mata.

Foram utilizadas também as fotografias aéreas na escala de 1:70.000 para auxiliar principalmente no traçado dos canais secundários nos dados MSS/LANDSAT.

b) Identificação de zonas homólogas quanto à textura fotográfica

Sobre a ampliação fotográfica dos módulos, foram separadas as zonas homólogas quanto à textura fotográfica.

Durante esta fase do trabalho foram separadas as zonas texturais homogêneas, que variaram de textura lisa a textura rugosa, havendo também a ocorrência de padrão textural linear (diques marginais).

Para auxiliar no traçado dos diques marginais foram utilizadas fotografias aéreas na escala de 1:70.000.

c) Caracterização de zonas homólogas quanto à tonalidade fotográfica

Nas ampliações fotográficas, a caracterização de zonas homólogas quanto à tonalidade serviu para separar as áreas úmidas ou alagadas (temporais e permanentemente) das áreas de terra firme, as quais não inundam em nenhuma época do ano.

Levando em consideração a diferença de tonalidade entre as áreas desmatadas próximas dos grandes lagos e as áreas não desmatada, pôde-se separar as áreas conservadas das áreas mais dissecadas.

d) Análise da textura fotográfica

A análise da textura fotográfica permitiu classificar as zonas homólogas em unidades fotogeomorgológicas. Assim, as unidades com padrão de textura rugosa foram associadas a regiões caracterizadas por canais de drenagem bastante próximos e áreas mais dissecadas (Figura 2).

As unidades com padrão de textura lisa foram associadas às áreas aplainadas que formam os divisores tabulares da região e as áreas de deposição fluvial (Figura 3).

Um padrão de textura linear foi associado às áreas de planície fluvial onde ele ocorre na presença de restingas fluviais - diques marginais (Figura 4).

e) Análise dos padrões de drenagem

Para o traçado dos limites das zonas de textura, consideraram-se também os padrões de drenagem encontrados na área, a saber, dendrítico e subdendrítico. Pois, na separação das unidades fotogeomorfológicas, além do distanciamento dos canais de drenagem, a direção geral das unidades, o comprimento dos rios, a orientação dos rios e o grau de angularidade são fatores a serem considerados.



Figura 2 - Área de cabeceira de rios próximo à Br-319-Manaus/Porto Velho (Km 40). Trecho desmatado para ocupação agropastoril.

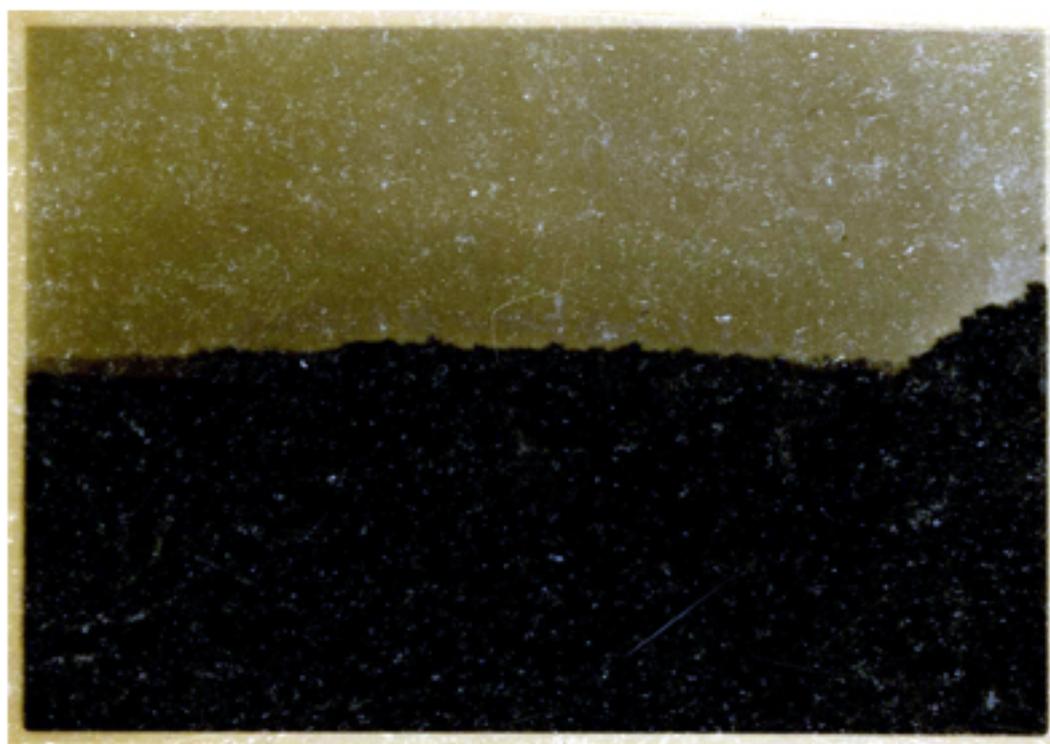


Fig. 3 - Área de deposição fluvial, ilha do Careiro. Perfil 2, ponto 4.



Fig. 4 - Região de restingas fluviais na ilha do Careiro.

Assim, o padrão dendrítico foi associado às áreas de maior dissecação do relevo, correspondendo à unidade geomorfológica *áreas dissecadas em tabuleiro*. O padrão subdendrítico foi associado a áreas com menor dissecação, correspondendo à unidade *divisores tabulares*.

B.4 - Trabalho de campo.

O trabalho de campo na área de estudo realizou-se no período de 22 a 30 de novembro de 1983 e dividiu-se em três etapas:

1ª etapa - Sobrevôo

O sobrevôo na área de estudos foi realizado nos dias 22 e 23 de novembro de 1983, utilizando uma aeronave tipo Navajo, cedido pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Amazônia (DER/AM).

Nesta 1ª etapa foram realizados três planos de vôo, os quais abrangem um total de 733,5 Km lineares e uma área aproximada de 5.200 Km². Voou-se a uma altitude de 1000 pés e a uma velocidade média de 230 Km/h.

2ª etapa - Percurso Fluvial

Esta etapa foi realizada no período de 24 a 28 de novembro de 1983.

O percurso fluvial foi realizado no paranã do Careiro, no rio Solimões, na altura das ilhas Xiborena e Machantaria, e no Rio Amazonas.

Nesta etapa foram realizados nove perfis geomorfológicos, nos quais se observaram a cobertura vegetal, as condições de umidade, a periodicidade das enchentes, as condições de relevo e o uso do solo.

3ª etapa - Percurso Terrestre

O percurso terrestre constou de dois dias ininterruptos no campo (29 e 30 de novembro de 1983). Neste período foram percorridos cerca de 420 Km de estrada do município do Careiro.

O percurso foi realizado ao longo da Rodovia BR-319 (Manaus-Porto Velho) e suas principais estradas vicinais, destacando-se principalmente os ramais do Anveres, Manaquiri, Janaucá e Purupuru.

B.5 - Análise dos dados de Campo

Nesta fase foram analisados todos os dados coletados em Campo, os quais foram relacionados com as interpretações feitas nas ampliações fotográficas dos módulos da área de estudos.

3. LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada nos municípios do Careiro e Manaquiri, entre as coordenadas de 3°03' e 3°50' de latitude sul e de 59°30' a 60°30' de longitude oeste, abrangendo uma área de 4000 Km² (Figura 5).

Quanto à geologia ocorrem dois tipos de litologias:

- os aluviões, que têm sua origem no Holoceno, correspondem aos depósitos recentes e atuais das planícies fluviais e flúvio-lacustres da área de estudo. São compostos de areia, silte e argilas inconsolidados.

- a formação Solimões, datada do Pleistoceno, caracteriza-se pela presença de argilitos vermelhos mosqueados, siltitos marrons, arenitos finos a grosseiros, arenitos arcósiolos (DNPM, 1976 a 1978).

4. RESULTADOS

1. Compartimentação Geomorfológica

A interpretação visual das ampliações fotográficas dos módulos da área de estudo, na escala 1:100.000, permitiu a confecção dos mapas de compartimentação geomorfológica e da rede de drenagem.

Os Apêndices A e B referem-se ao período de cheia (julho de 1977) e os C e D referem-se ao período de vazante (dezembro de 1982) na área de estudo.

As classes geomorfológicas obtidas encontram-se descritas a seguir:

a) Planícies Fluviais

São formas de acumulação. A faixa de planície fluvial posiciona-se ao longo da margem direita dos rios Solimões e Amazonas, nas margens do paraná do Careiro e das ilhas do Careiro e da Paciência. Esta faixa apresenta padrões de textura fotográfica lisa, correspondente às áreas de colmatagem homogênea e aos relevos planos, e padrões de textura lineares que

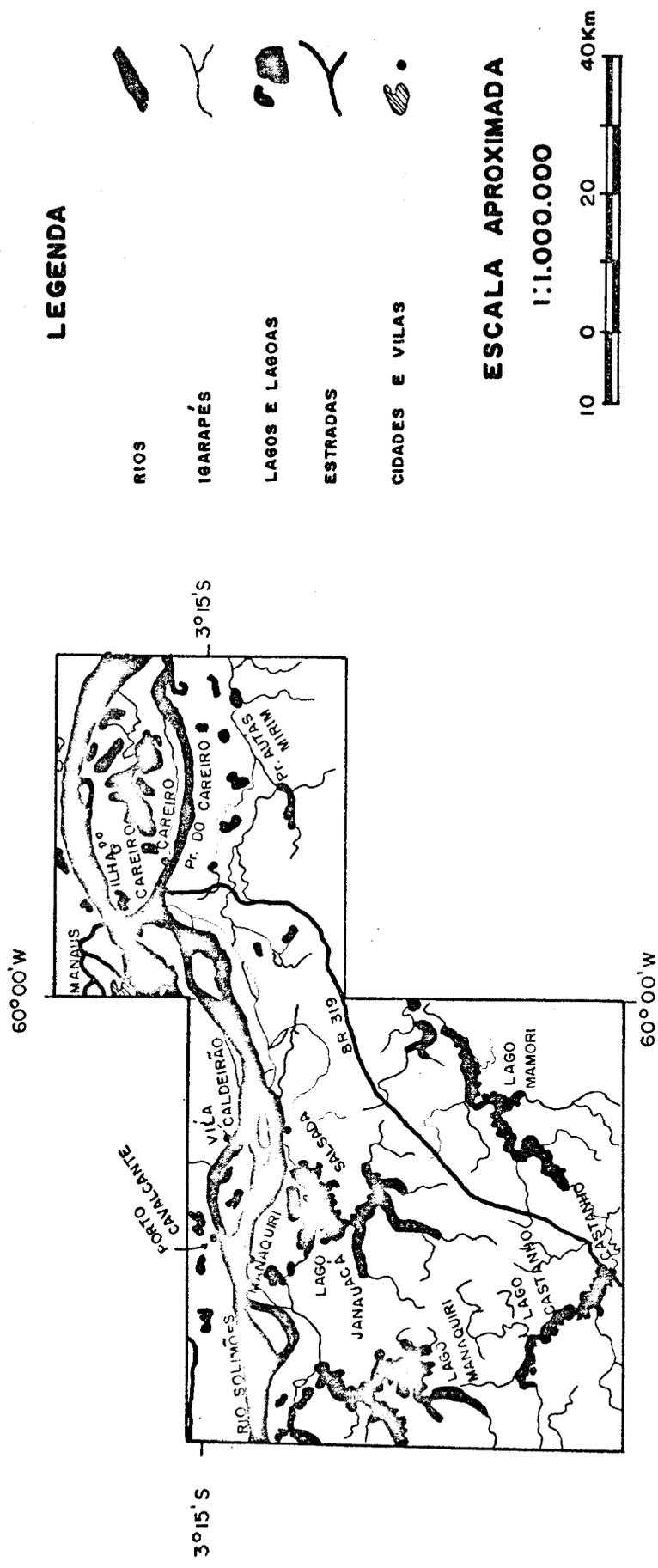


Fig. 5 - Localização da área de estudo

estão associados aos depósitos lineares fluviais recentes, do tipo diques marginais, que se posicionam tanto perifericamente às margens dos rios So-
limões e Amazonas quanto no interior das ilhas formadas por estes dois rios.

A disposição estrutural destes diques é feita sob a forma de feixes paralelos e recurvados. Frequentemente, entre um dique e outro, são observados lagos de forma alongada, os quais são classificados como lagos de diques, ou numerosos cursos d'água que acompanham o mesmo padrão (DNPM, 1976).

Nos perfis realizados em campo e durante o sobrevôo pôde-se observar que, na ilha do Careiro, estes diques geralmente apresentam vegetação de campos de várzea, com uma intensa atividade pecuária neste local. Já na região da ilha da Paciência eles apresentam uma intercalação de flores-
ta de várzea e campos de várzea.

Nas áreas de colmatagem homogênea observa-se a presença de lagos de diversos tamanhos e conformações, como o lago do Rei, do Arroz e do Jo-
nico, e de canais que drenam estas áreas correspondentes aos igarapés e pa-
ranás.

Por apresentar um gradiente pouco significativo durante o período das cheias, esta faixa de planície fluvial sofre sérios problemas de inun-
dações, ficando as áreas de maior altitude cobertas por um período aproxí-
mado de um mês e as de menor altitude por um período de no máximo cinco me-
ses.

A planície fluvial pôde ser dividida em duas áreas distintas: pla-
nície fluvial inundável, que são áreas aplainadas resultantes de acumulã-
ção fluvial sujeita a inundação periódicas; planície fluvial alagada, que
são áreas aplainadas resultantes de acumulação fluvial, constantemente ala-
gadas, as quais comportam inúmeras áreas alagadas e lagos (DNPM, 1978).

Esta diferença entre as áreas inundáveis e alagadas pode ser iden-
tificada nas imagens MSS/LANDSAT através da comparação dos dados do perí-
do de cheia e vazante.

O rio Solimões transporta grande quantidade de sedimentos e por
esta razão as planícies fluviais da região são áreas que sofrem intensos
processos de deposição. Comparando os mapas dos dois períodos sazonais, num
período de tempo de 4 anos, pode-se observar a presença de extensos depósi-
tos sedimentares junto às ilhas do Careiro, Paciência, Jurucutu e Muratu,
bem como o aumento do tamanho destas duas últimas.

b) Planícies Flúvio-lacustres

São áreas de acumulação que se posicionam nas imediações dos lagos.
São cortados por fluxos e paranás que subdividem os lagos através do efei-
to de colmatagem. Apresentam limites imprecisos; a diferenciação entre as
planícies fluviais e as flúvio-lacustres é feita pela localização destas
junto aos lagos, e das primeiras ao longo dos rios.

Esta unidade é encontrada entre o rio Solimões e o lago Grande e
entre o paraná do Careiro e o lago Purupuru.

Conforme pode ser observado na imagem MSS/LANDSAT, esta planície apresenta lagos de diferentes conformações e tamanhos, os quais por ocasião do período de cheia, extravasam e inundam a área ao seu redor. Durante o período de vazante estas áreas mudam completamente o seu aspecto fisionômico e os lagos e os paranás diminuem acentuadamente o seu tamanho.

c) Divisores Tabulares

São áreas de dissecação. Caracterizam-se por uma textura lisa nas imagens MSS/LANDSAT e pela posição dentro do arranjo da rede de drenagem. Ocupam geralmente uma posição de cimeira dentro do arcabouço topográfico e funcionam como dispersores de água. Por não apresentarem uma ruptura topográfica, seus limites geralmente são difusos, tendo sido estabelecidos pela mudança do padrão de drenagem. Caracterizam-se por áreas preservadas, com pouca ação antrópica e por relevos acentuadamente planos.

Esta unidade corresponde exatamente aos trechos mais elevados da área de estudos, localizados entre os lagos Mamori, Castanho, Manaquiri e Janauacá.

Trata-se de áreas de uma monotonia fisionômica muito marcante, sendo bastante conservadas principalmente devido à densa cobertura vegetal, que evita que os processos de dissecação atuem de forma acentuada.

Neste trecho a BR-319 corta várias cabeceiras de igarapés que ficam represados e aparecem por ocasião do período chuvoso nas imagens MSS/LANDSAT como pequenos lagos.

Por ser uma área topograficamente mais elevada, permanece seca durante o ano todo, não estando sujeita a inundações nem por ocasião do período de cheia.

d) Área dissecadas em tabuleiros

São áreas de dissecação. Diferenciam-se da unidade anterior pelo maior grau de dissecação e porque ocorrem em áreas drenadas pelos rios que se dispersam em direção aos grandes lagos (Castanho, Mamori, Janauacá e Manaquiri).

O limite entre esta unidade e a anterior está mais associado à dissecação e ao padrão de drenagem do que às rupturas topográficas. Caracterizam-se por serem áreas mais trabalhadas e com uma ação antrópica acentuada.

Na área de estudo esta unidade localiza-se especialmente ao redor dos lagos, correspondendo às cabeceiras dos rios que correm para eles.

Nas imagens MSS/LANDSAT a separação desta unidade daquela dos divisores tabulares fez-se por meio do contato entre as áreas de floresta densa sem alterações e os trechos já alterados, coincidindo com o adensamento da rede de drenagem.

Estas áreas caracterizam-se por uma cobertura vegetal menos densa, com intercalações de floresta de terra firme nas partes mais altas (interflúvios) e campos de várzea nas partes mais baixas (canais de drenagem).

As altitudes na região ficam em torno dos 30 metros. Mas apesar de não serem áreas muito elevadas, elas não apresentam sérios problemas de inundação.

2. Rede de drenagem da área de estudo

a) Rios

A área de estudo é drenada por dois grandes rios: o Solimões e o Amazonas.

O rio Solimões apresenta inicialmente uma orientação W-E até mais ou menos a altura da ilha de Machantaria, quando inflete para o N, indo unir-se ao rio Negro, formando assim o Amazonas.

O rio Amazonas, formado a partir da união dos rios Negro e Solimões, durante um trecho bastante extenso apresenta uma característica única, isto é, o encontro das águas do rio Solimões (claras) com as do rio Negro (escuras), sem haver mistura. Esta diferença de coloração é bem definida nas imagens MSS/LANDSAT.

b) Paraná e Igarapés

O extenso, largo e profundo braço de um grande rio, que na planície de inundação amazônica forma uma grande ilha, é regionalmente chamado de paranã (Soares, 1977).

Os paranás são permanentemente navegáveis, ao contrário dos paraná-mirins (paraná de menor porte) como, por exemplo, do Cambixe que na época da vazante não permite a livre circulação, secando totalmente neste período, conforme foi constatado durante o trabalho de campo.

Os cursos d'água de pouca extensão e reduzida largura, mas com bacias bem definidas tanto na várzea como na terra firme, recebem o nome de igarapés (Soares, 1977). Na área de estudo é encontrada uma infinidade destes cursos d'água, muitos deles servindo de abastecedores dos grandes lagos da região como os igarapés Italiana, Janauacá Grande, Taboca, no lago Janauacá, ou os igarapés Batata, Capivara Grande e o Uirá, no lago Mamori.

c) Lagos-de-terra-firme

Os chamados lagos-de-terra-firme são massas de águas doces e límpidas. São alongados, profundos e ramificados, e ocupam antigas rias fluviais, cujas bocas foram colmatadas pelo material sólido carregado por rios de água branca. São, portanto, lagos-de-barragem, isto é, aqueles resultantes do represamento das largas e afuniladas embocaduras de cursos d'água que, descendo dos tabuleiros arenosos, afluíam outrora diretamente para os rios transportadores de sedimentos (Soares, 1977).

Por esse processo formaram-se lagos-de-terra-firme que se desenvolvem por dezenas de quilômetros, como o lago Mamori que tem 14 km de extensão e 1 km de largura.

A orientação de boa parte dos lagos-de-terra-firme sugere a sua adaptação à rede de fraturas.

d) Lagos-de-várzea

Os lagos-de-várzeas ocupam as depressões da planície aluvial em formação, ou seja, as áreas ainda não inteiramente colmatadas pelo material sólido depositado durante as cheias, no processo normal de construção das várzeas amazônicas. São massas líquidas rasas e de margens indefinidas, ocupando, muitas vezes, grandes áreas na planície aluvial do Amazonas. Como exemplo, na área de estudo tem-se o lago Grande, do Baixo e do Uiraja, na planície fluvial do rio Solimões, na altura da ilha da Paciência.

Muitos destes lagos estão situados em grandes ilhas aluviais, como o lago do Rei, do Arroz e do Janico, na ilha do Careiro.

5. CONCLUSÕES

a) Quanto à metodologia

A utilização de imagens MSS/LANDSAT permitiu a identificação de grandes unidades de formas de acumulação e dissecação do relevo.

O tratamento automático destas imagens no Sistema I-100, que faz uso de técnicas de ampliação de imagens (1:100.000) e de realce visual, permitiu salientar feições do relevo, tais como diques marginais que, nas imagens da escala 1:250.000 e sem os realces, não aparecem tão bem definidos.

Este mesmo procedimento com a utilização de filtros coloridos existente no I-100 permitiu realçar também a rede de drenagem, principalmente nas áreas de várzeas e de dissecação em tabuleiros. Nestas áreas, com o auxílio de fotografias aéreas na escala 1:70.000, foi possível identificar a maior parte do traçado da rede de drenagem secundária aí existentes. Um dos principais problemas para o seu traçado na região Amazônica é a densa cobertura florestal que mascara a rede de drenagem.

As diferenças de tonalidade fotográfica devida à variação de densidade de cobertura vegetal, aliadas às diferenças de textura fotográfica, provocada por diferentes índices de dissecação do terreno, auxiliaram também, de forma significativa, a delimitação das unidades acima. Estas duas características (tonalidade e textura) das imagens MSS/LANDSAT puderam ser melhor aproveitadas nas fases de interpretação visual dos dados, por apresentarem grandes contrastes devidos aos realces utilizados durante o tratamento automático.

A utilização de imagens MSS/LANDSAT de dois períodos sazonais diferentes (cheia e vazante) permitiu uma caracterização segura das áreas mais sujeitas a inundações, por ocasião dos períodos das cheias.

Apesar de a área de estudo não apresentar variações marcantes de formas de relevo, foi possível, através das imagens MSS/LANDSAT separar com segurança quatro diferentes unidades de relevo. Para isto, contribuiu muito a ampliação da imagem para a escala 1:100.000 e o uso de procedimentos de realce visual no Sistema I-100.

b) Quanto à área de estudo

Apesar de as áreas de planície fluvial e planície flúvio-lacustre apresentarem uma topografia bastante plana, estas oferecem certas limitações para a sua ocupação, uma vez que estão sujeitas a inundações permanentes ou periódicas. Para que se proceda à ocupação destas áreas, é necessário que se selecionem as partes mais elevadas, menos sujeitas à inundação.

As áreas de divisores tabulares, por apresentarem relevos planos, podem facilitar a implantação de projetos agropecuários.

Ao serem implantadas estradas na região dever-se-ia tomar o cuidado para que elas seguissem o divisor de águas, para evitar alguns problemas como os que vêm ocorrendo na BR-319, nos primeiros 40 km. Esta rodovia corta uma série de igarapés, o que faz com que fique sujeita a inundações durante o período das cheias e possibilite que o aterro no qual está assentada sofra com mais intensidade o ataque erosivo das águas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Projeto RADAMBRASIL (DNPM). Levantamento de Recursos Naturais, Folha SA-20 Manaus. Rio de Janeiro, 1976.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Projeto RADAMBRASIL (DNPM). Levantamento de Recursos Naturais, Folha SA-21 Santarém. Rio de Janeiro, 1978.

GENERAL ELECTRIC COMPANY. Image-100: interactive multispectral image system; user manual. Daytona, 1975.

NIERO, M.; NOVO, E.M.L.M.; CUSTÓDIO, P.; NASCIMENTO, M.A.M.; TOLEDANO, M.S.A. Projeto Amazonas. Aplicações das técnicas de Sensoriamento Remoto para levantamento integrado dos recursos naturais do Amazonas. São José dos Campos, INPE, mar. 1981. (INPE-2019-NTE/166).

PARADELLA, W.R. Processamento digital de imagem de sensores remotos aplicados à Geologia. In: Manual de Sensoriamento Remoto com ênfase em Geologia. São José dos Campos, CTCRS-SBG/INPE-CNPq, 1982, cap. 10, p. 224-253.

PARADELLA, W.R.; VITORELLO, I. APPLICATION of computerized techniques using LANDSAT MSS images for geological studies. Cogeodata Meeting for South America, Rio de Janeiro, 14 a 17 dez. 1981.

SAUSEN, T.M. Estudo da dinâmica do alto rio São Francisco e reservatório de Três Marias, através de imagens MSS/LANDSAT. São José dos Campos, INPE, out. 1981. (INPE-2249-TDL/066).

SAUSEN, T.M.; NOVO, E.M.L.M. Metodologia de interpretação de dados de Sensoriamento Remoto e aplicações em Geomorfologia. São José dos Campos, INPE, ago, 1981. (INPE-2209-MD/007).

SOARES, L.C. de. Hidrografia. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), Geografia do Brasil, Região Norte, Rio de Janeiro, 1977, v.1.