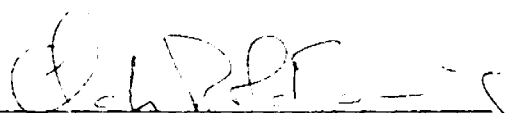


1. Classificação <i>INPE-COM.1/TDL</i> <i>C.D.U.: 628.711.7:553.45(811.1)</i>		2. Período	4. Distribuição	
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor) <i>SENSORIAMENTO REMOTO</i> <i>ESTANHO (GEOLOGIA)</i>			interna <input type="checkbox"/>	externa <input checked="" type="checkbox"/>
5. Relatório nº <i>INPE-1892-TDL/030</i>	6. Data <i>Setembro, 1980</i>		7. Revisado por <i>Gilberto Amaral</i>	
8. Título e Sub-Título <i>APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO DA</i> <i>PROVÍNCIA ESTANÍFERA DE RONDÔNIA</i>			9. Autorizado por <i>Nelson de Jesus Parada</i> <i>Diretor</i>	
10. Setor <i>DSR</i>	Código		11. Nº de cópias <i>11</i>	
12. Autoria <i>Sérgio M. S. Guerra</i>			14. Nº de páginas <i>103</i>	
13. Assinatura Responsável <i>SMG</i>			15. Preço	
16. Sumário/Notas <p><i>O Projeto Rondônia tem como objetivo a determinação de padrões de classificação automática dos granitos intrusivos, pertencentes à Província Estanífera de Rondônia, localizada na sua quase totalidade no Território Federal de Rondônia. Neste projeto, foram utilizadas imagens multiespectrais obtidas pelo satélite LANDSAT, copiadas em papel e em fitas magnéticas CCT (Computer Compatible Tape). Foi realizado, inicialmente um mapeamento fotogeológico regional, na escala de 1:1.000.000, correspondendo à metade Norte do referido território. Este mapeamento teve como finalidade situar espacial e cronologicamente os granitos responsáveis pelas mineralizações de cassiterita. Nesta etapa foi proposta uma área teste, que englobasse o Complexo Granítico Massangana/São Domingos, na qual seria feita uma interpretação fotogeológica convencional, na escala de 1:250.000, e posteriormente uma automática, processada pelo Analisador Automático de Imagens (I.100). Na interpretação automática foram utilizados os programas "SLICER" e "CLUSTER SYNTHESIS".</i></p>				
17. Observações <i>Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto, aprovada em 18 de maio de 1979.</i>				

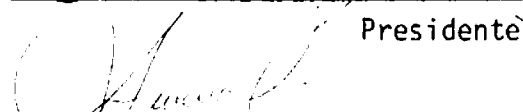


Aprovado pela Banca Examinadora  
em cumprimento dos requisitos exigidos  
para a obtenção do Título de Mestre em  
Sensoriamento Remoto.

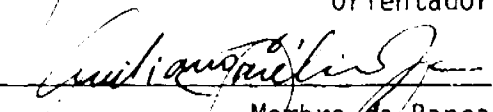
Dr. Claudio Roland Sonnenburg

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

Dr. Gilberto Amaral

  
\_\_\_\_\_  
Orientador


Geol. Emiliano Cornélio de Souza

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

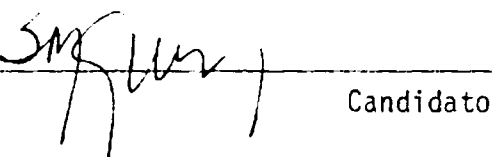
Dr. Renato Herz

  
\_\_\_\_\_  
Membro da Banca

Geol. Paulo Roberto Martini, MSc.

  
\_\_\_\_\_  
Membro da Banca

Sérgio Monthezuma Santoianni Guerra

  
\_\_\_\_\_  
Candidato

São José dos Campos, 18 de maio de 1979



Antonio, Dalvina, Dilma,  
Juliana, Lidia e Monica.



## ÍNDICE

ABSTRACT .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	viii
<u>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO</u> .....	1
1.1 - Apresentação .....	1
1.2 - Objetivos .....	1
1.3 - Localização da área em estudo .....	2
1.4 - Aspectos fisiográficos .....	2
1.4.1 - Clima .....	2
1.4.2 - Vegetação .....	8
1.4.3 - Solos .....	8
<u>CAPÍTULO II - MATERIAL E MÉTODO</u> .....	11
2.1 - Material .....	11
2.2 - Método .....	15
<u>CAPÍTULO III - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</u> .....	35
3.1 - Estratigrafia .....	35
3.1.1 - Embasamento Cristalino .....	35
3.1.2 - Vulcânicas Ácidas .....	42
3.1.3 - Formação Mutum-Paraná .....	44
3.1.4 - Formação Palmeiral .....	47
3.1.5 - Granito Serra da Providência .....	49
3.1.6 - Granito Anorogenético Rondoniense .....	50
3.1.7 - Vulcânicas Básicas Epimetamórficas .....	59
3.1.8 - Terciário Quaternário Detrítico Laterítico .....	60
3.1.9 - Quaternário .....	61
3.2 - Tectônica e Geologia Estrutural .....	63
3.3 - Recursos Minerais .....	66
3.3.1 - Minerais não Metálicos .....	66

3.3.2 - Minerais Metálicos Ferrosos .....	69
3.3.3 - Minerais Metálicos não Ferrosos .....	70
3.4 - Interpretação Automática .....	74
3.4.1 - "Slicer" .....	74
3.4.2 - "Cluster Synthesis" .....	79
3.4.3 - "Contrast Stretch" .....	81
3.4.4 - "Single-Cell" .....	81
3.4.5 - "Multicell" .....	89

#### CAPÍTULO IV

4.1 - CONCLUSÕES .....	91
4.2 - AGRADECIMENTOS .....	93

BIBLIOGRAFIA .....	95
--------------------	----

APÊNDICE A - ESBOÇO GEOLÓGICO.



## ABSTRACT

*The objective of Project Rondônia is the determination of patterns of automatic classification of intrusive granites belonging to the tin-bearing region of Rondonia and localized throughout nearly the totality of the Federal Territory of Rondônia. This project utilized LANDSAT multispectral imagery, copied on paper and on magnetic tapes (CCT-computer compatible tape). Initially, a photogeological map corresponding to half of the referred territory was constructed at a scale of 1:1.000.000. The final map situates spatially and chronologically granites with cassiteritic (tin-ore) mineralizations. In this stage, a test area was proposed which encompasses the granitic complex of Massangana/São Domingos. Mapping would be carried out by conventional photogeologic interpretation at a scale of 1:250.000 and preceded by automatic interpretation and processing through the IMAGE-100 multispectral analyzer system. Programs used during automatic interpretation included "slicer" and "cluster synthesis" algorithms.*



## LISTA DE FIGURAS

I.1 - Mapa de localização da área em estudo .....	3
I.2 - Diferenciações Climáticas da região Amazônica .....	4
I.3 - Distribuição das isoietas anuais da região Amazônica .....	5
I.4 - Distribuição das temperaturas máximas e mínimas anuais da região Amazônica .....	6
I.5 - Vegetação do Território Federal de Rondônia .....	7
I.6 - Distribuição Geográfica dos Solos no Território Federal de Rondônia .....	9
II.1 - Articulação das imagens .....	12
II.2 - Formatação das imagens Landsat .....	14
II.3 - Fluxograma das atividades do Projeto .....	18
II.4 - "Slicer" .....	25
II.5 - "Cluster Synthesis" .....	26
II.6 - "Cluster Synthesis" com ampliação .....	29
II.7 - "Contrast Stretch" .....	30
II.8 - "Single Cell" .....	31
II.9 - Sobreposição de assinaturas no "Single Cell" .....	32
II.10- "Multicell" .....	33
III.1 - Granitos Anorogênicos de Rondônia .....	57
III.2 - Mapa Fotogeológico do Complexo Granítico Massangana .....	58
III.3 - Mapa de Ocorrências Minerais .....	67
III.4 - Tipos de Jazimentos secundários de cassiterita .....	73
III.5 - "Slicer" do canal 4, correspondente ao intervalo 23 a 26 ..	75
III.6 - "Slicer" do canal 5, correspondente ao intervalo 19 a 25 ..	76
III.7 - "Slicer" do canal 6, correspondente ao Intervalo 20 a 38 ..	77
III.8 - "Slicer" do canal 7, correspondente ao intervalo 17 a 34 ..	78
III.9 - "Slicer" dos canais $\frac{5}{4+5+6+7}$ .....	82
III.10- "Cluster Synthesis" dos canais 4 e 7 (CS-3), contendo as células rejeitadas .....	

III.11 - "Cluster Synthesis" dos canais 4 e 7 (CS-3), sem as células rejeitadas .....	84
III.12 - "Cluster Synthesis" dos canais 4 e 5 (CS-1) .....	85
III.13 - Composição colorida da área teste .....	86
III.14 - Composição colorida da área teste, aplicando-se "Contrast Stretch" .....	87
III.15 - "Single-Cell" aplicado na área teste .....	88

## LISTA DE TABELAS

II.1 - Imagens LANDSAT utilizadas no projeto .....	11
II.2 - Faixas espectrais dos quatro canais MSS do LANDSAT .....	12
II.3 - Processo Colorido negativo .....	14
II.4 - Relação das cores correspondentes a cada tema .....	23
III.1 - Colunas estratigráficas de trabalhos anteriores .....	36
III.2 - Coluna estratigráfica .....	37
III.3 - Idade dos eventos termotectônicos .....	64
III.4 - Produção de concentrado de cassiterita da província estaní- fera de Rondônia .....	71
III.5 - Intervalos que contem os granitos .....	74
III.6 - Melhores combinações de "Slicer" .....	79
III.7 - Relação das melhores combinações do "Cluster Synthesis" ...	80
III.8 - Intervalos utilizados no "Single-Cell" .....	85
III.9 - Intervalos utilizados no "Multi-Cell" .....	89



## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

#### 1.1 - APRESENTAÇÃO

Interpretações de produtos de sensores remotos, aplicados tanto ao mapeamento geológico regional como de semidetalle, têm apresentado excelentes resultados, no que se refere ao reduzido tempo de execução, qualidade dos trabalhos e baixo custo operacional.

Com a finalidade de estudar os granitos intrusivos da Província Estaniífera de Rondônia, a partir da interpretação de imagens multiespectrais obtidas por sensores instalados em satélites LANDSAT, foi proposto o Projeto Rondônia.

Utilizando estas imagens, foi realizado, inicialmente, um mapeamento fotogeológico na escala 1:1.000.000, com a finalidade de propor uma coluna estratigráfica que contivesse a quase totalidade das informações fornecidas por trabalhos anteriormente desenvolvidos.

Após a conclusão deste mapeamento regional, foi determinada uma área teste (Figura I.1) compreendendo os complexos graníticos de Massangana e São Domingos. Foi realizado um mapeamento visual de semidetalle e um automático, junto ao Analisador Automático Interativo IMAGE - 100 (I-100), procurando-se estabelecer, por esse método padrões de classificação automática para os granitos pertencentes aos citados complexos.

#### 1.2 - OBJETIVOS

Este projeto tem como objetivo estabelecer procedimentos que realcem o tênue contraste existente entre os granitos anorogênicos, mineralizados em estanho, e as rochas migmático-graníticas do Embasamento Cristalino. Estes realces destinam-se a facilitar individualizações de novos corpos graníticos que sejam potencialmente mineralizados em cas

siterita. Para tal, foram realizadas interpretações automáticas em imagens orbitais, tomando-se como área teste o Complexo Granítico Massangana/São Domingos.

Para que estes granitos intrusivos fossem situados espacial e cronologicamente, foi proposta uma coluna stratigráfica que empilhasse todas unidades mapeadas na área em estudo.

### 1.3 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A área estudada corresponde à metade norte do Território Federal de Rondônia, sendo limitada a sul pelo paralelo 11°00'S, a leste pelo Estado de Mato Grosso do Norte, ao norte pelo Estado do Amazonas e a Leste pelos Estados de Amazonas e Acre e pela Bolívia. Esta área totaliza aproximadamente 117.000 Km<sup>2</sup> (Figura I.1). A área teste, localizada próximo a Ariquemes, cobrindo 1.710 Km<sup>2</sup> foi alvo dos mapeamentos de semidetalhe.

### 1.4 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

#### 1.4.1 - CLIMA

O clima que predomina na quase totalidade da área mapeada é "úmido com três meses secos", segundo Niemer, (1977) (Figura I.2). Os meses mais secos são junho, julho e agosto. No extremo nordeste, os meses chuvosos são mais numerosos, havendo estiagem apenas em julho e agosto.

A quantidade da chuva precipitada indica, pela distribuição das isoietas, que há uma variação de 2.000 a 2.500 mm anuais, sendo, portanto, uma das regiões de mais altos índices pluviométricos do país. Os três meses mais chuvosos ocorrem em janeiro, fevereiro e março. (Figura I.3).

As temperaturas máximas e mínimas anuais variam em torno de 38°C e 4°C respectivamente, sendo a média anual de 25°C (Figura I.4).



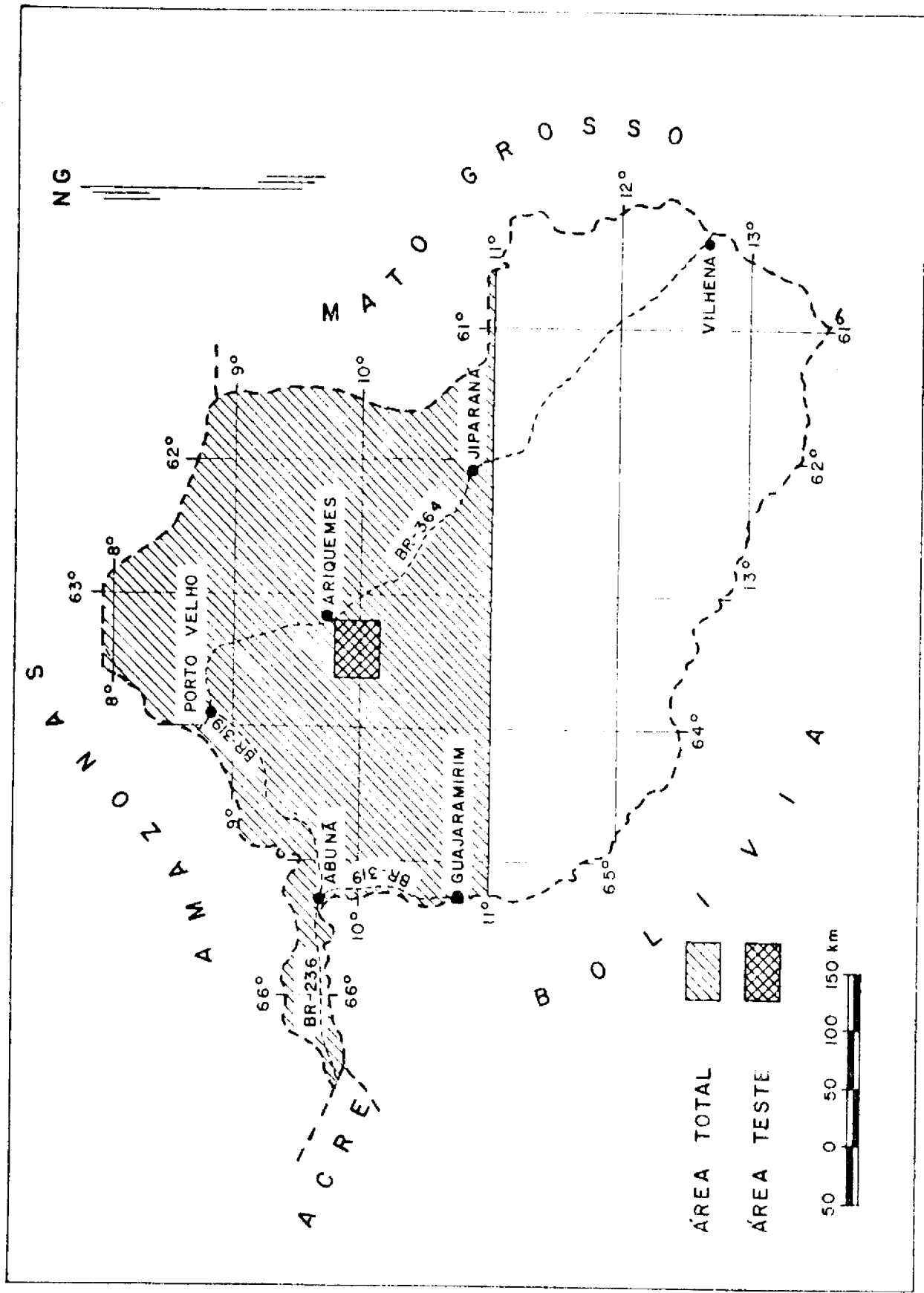


Fig. I.1 - Mapa de localização da área em estudo.

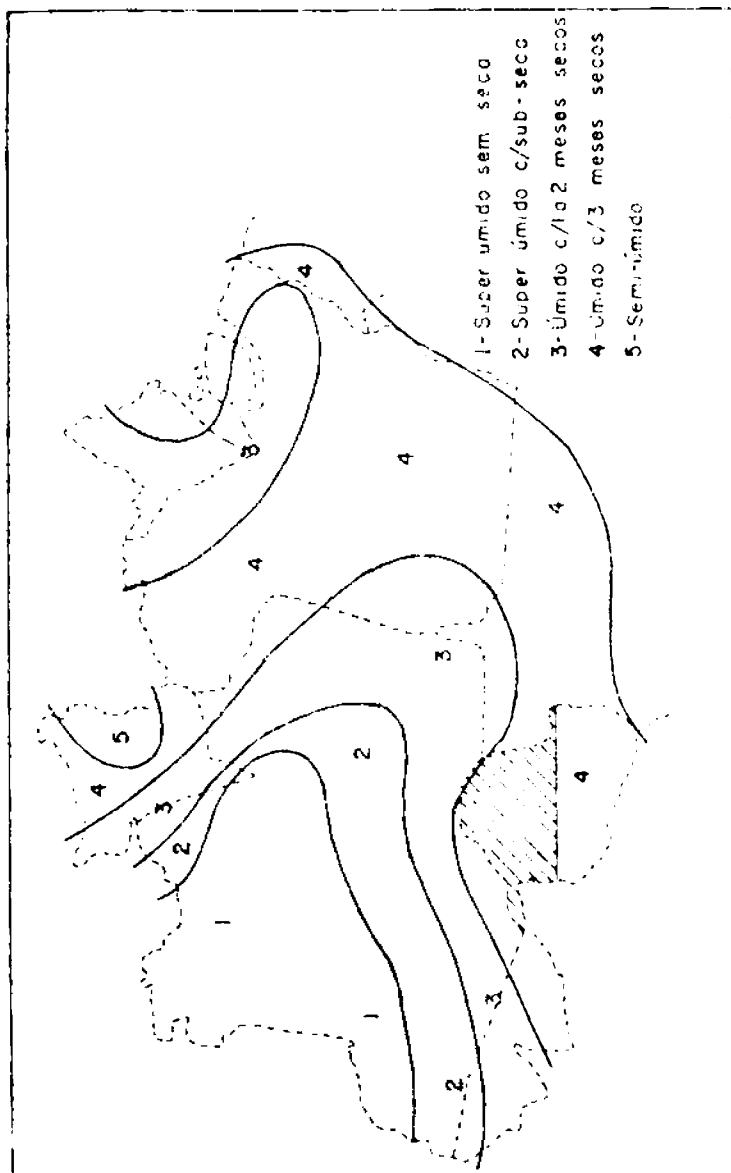


Fig. I.2 - Diferenciações climáticas da região amazônica.  
Fonte: Niemer (1977)

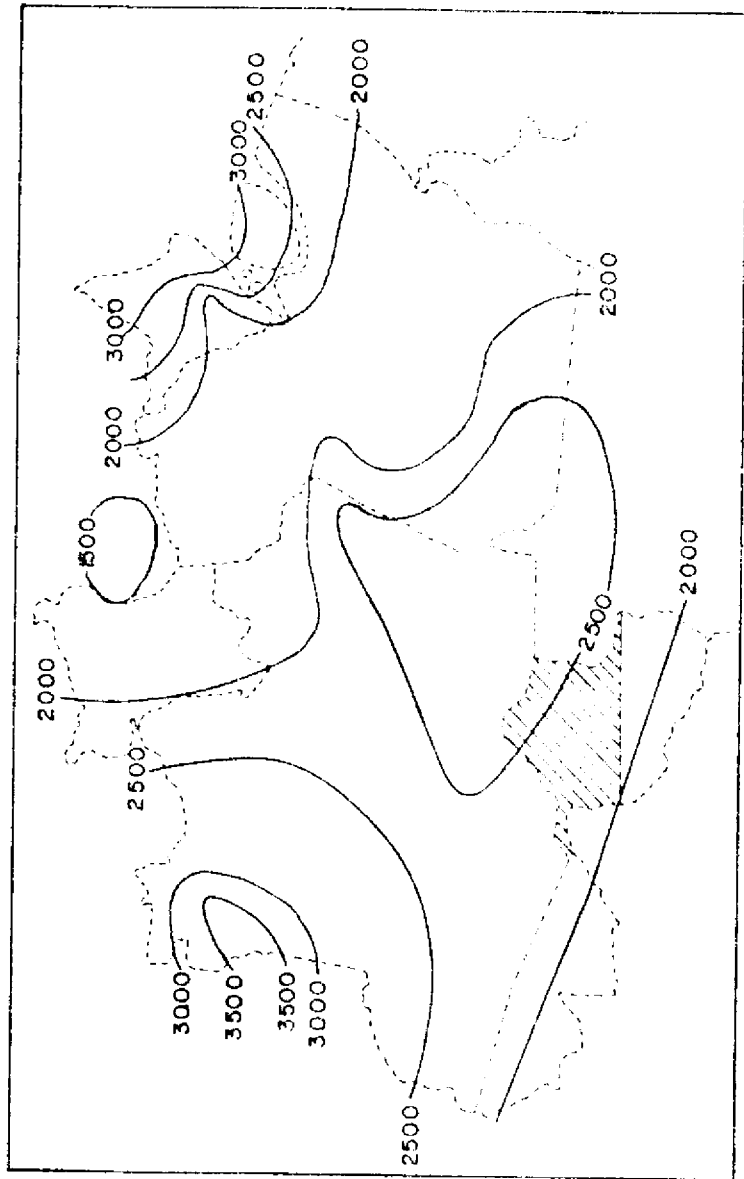


Fig. I.3 - Distribuição dos isoietas anuais na região amazônica.  
Fonte: Niemer (1977)

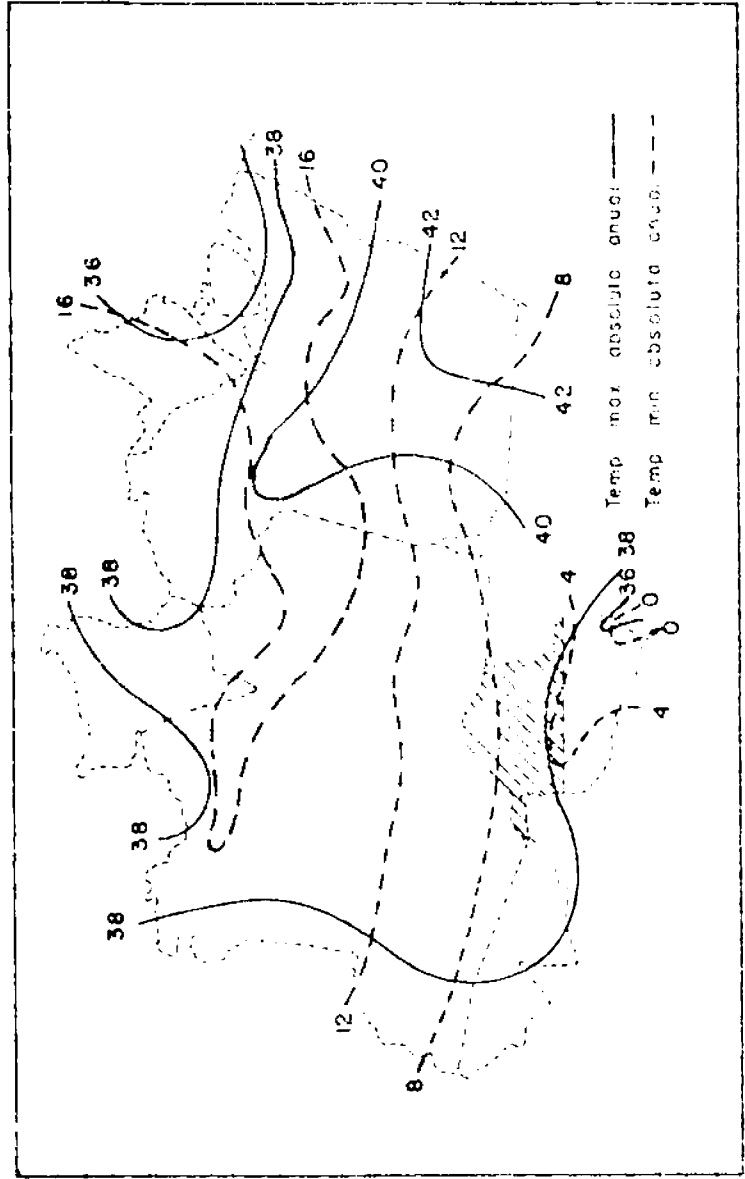


Fig. I.4 - Distribuição das temperaturas máximas e mínimas anuais da região amazônica.

Fonte: Niemer (1977).

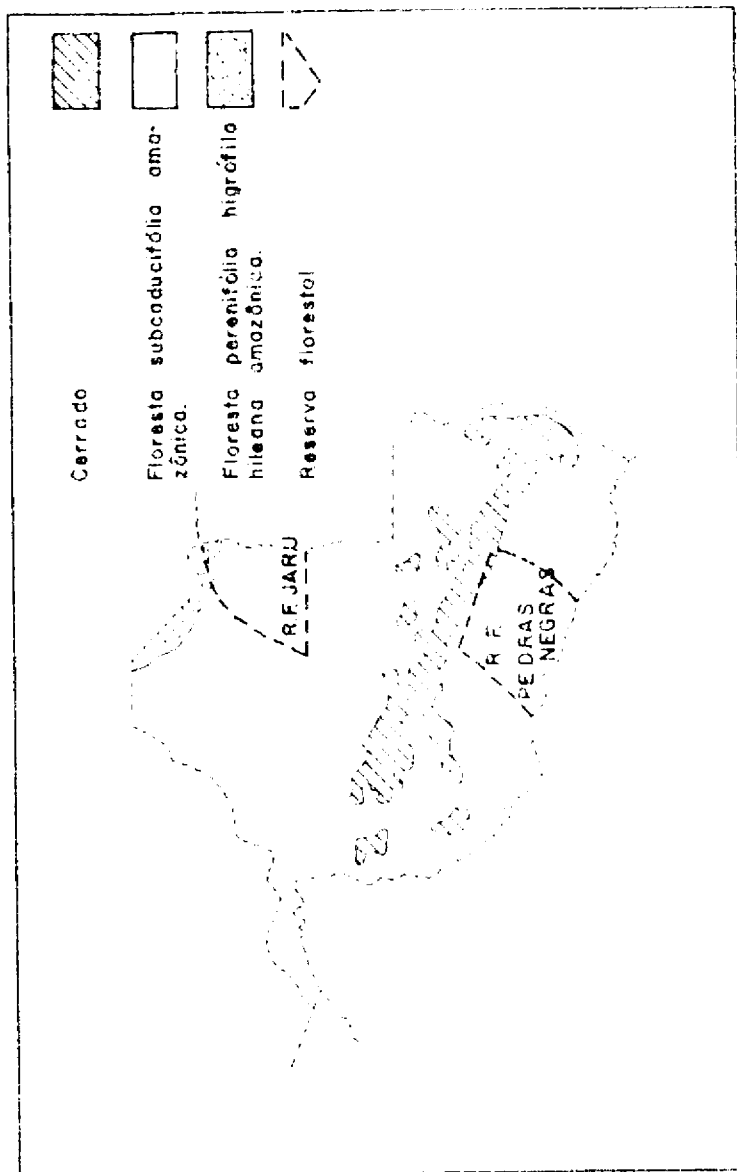


Fig. I.5 - Vegetação do Território Federal de Rondônia.  
Fonte: Setor de biogeografia do IBGE.  
(1972)

#### 1.4.2 - VEGETAÇÃO

São encontrados três tipos de vegetação na área em apreço, conforme indicado na Figura I.5.

O cerrado, que tem sua ocorrência controlada pelos sedimentos componentes da Serra dos Pacãas Novos estende-se para Mato Grosso do Norte, recobrando a Chapada dos Parecis. Neste tipo de cobertura vegetal, as espécies mais comuns são: mangabeira (*Hancornia speciosa*), pequi (*Caryocar brasiliensis*), sucupira (*Byrsinina minarum*), jatobá (*Hymeyra coriacea*), andiroba (*Carapa guianensis*), etc.

Praticamente, todo o restante do Território Federal de Rondônia é coberto pela floresta subcaducifolia amazônica, que tem como principal característica a perda parcial das folhas durante a estação seca. As espécies mais comuns nesta associação são: castanheira (*Berthoetia excelsa*), caucho (*Castilloa ulei*), acapu (*Voucajona americana*), pau amarelo (*Voucajona americana*), pau amarelo (*Encylophora paracensis*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), babaçu (*Orbignya martiana*), etc.

No extremo nordeste, que corresponde à região mais chuvosa da área mapeada, há uma cobertura vegetal do tipo floresta perenifolia hidrofila hileana amazônica, que é formada, predominantemente, por seringueiras (*Hevea brasiliensis*), andiroba (*Carapa Guianensis*), jacarandã (*Dalbergia spruceana*), pau roxo (*Peltogyne densiflora*), angelim (*Dinizia excelsa*), caucho (*Castilloa ulei*), castanha do Pará (*Berthlletia excelsa*), samauma (*Seiba samahuma*), cedro (*Cedrela odorata*), etc.

#### 1.4.3 - SOLOS

Na área correspondente ao mapeamento regional existem vários tipos de solos, como é apresentado na Figura I.6.

Na região correspondente à Serra dos Pacãas Novos, predominam as areias quartzosas, latossóis vermelho-amarelos e latossóis amarelos. Todos estes pertencentes à fase cerrado. Existem ainda manchas de Laterita.

Na Serra da Providência prevalecem os solos padzólicos vermelho-amarelos e no restante da área mapeada existem latossóis vermelho amarelos e latossóis amarelos, todos da fase floresta sempre verde.

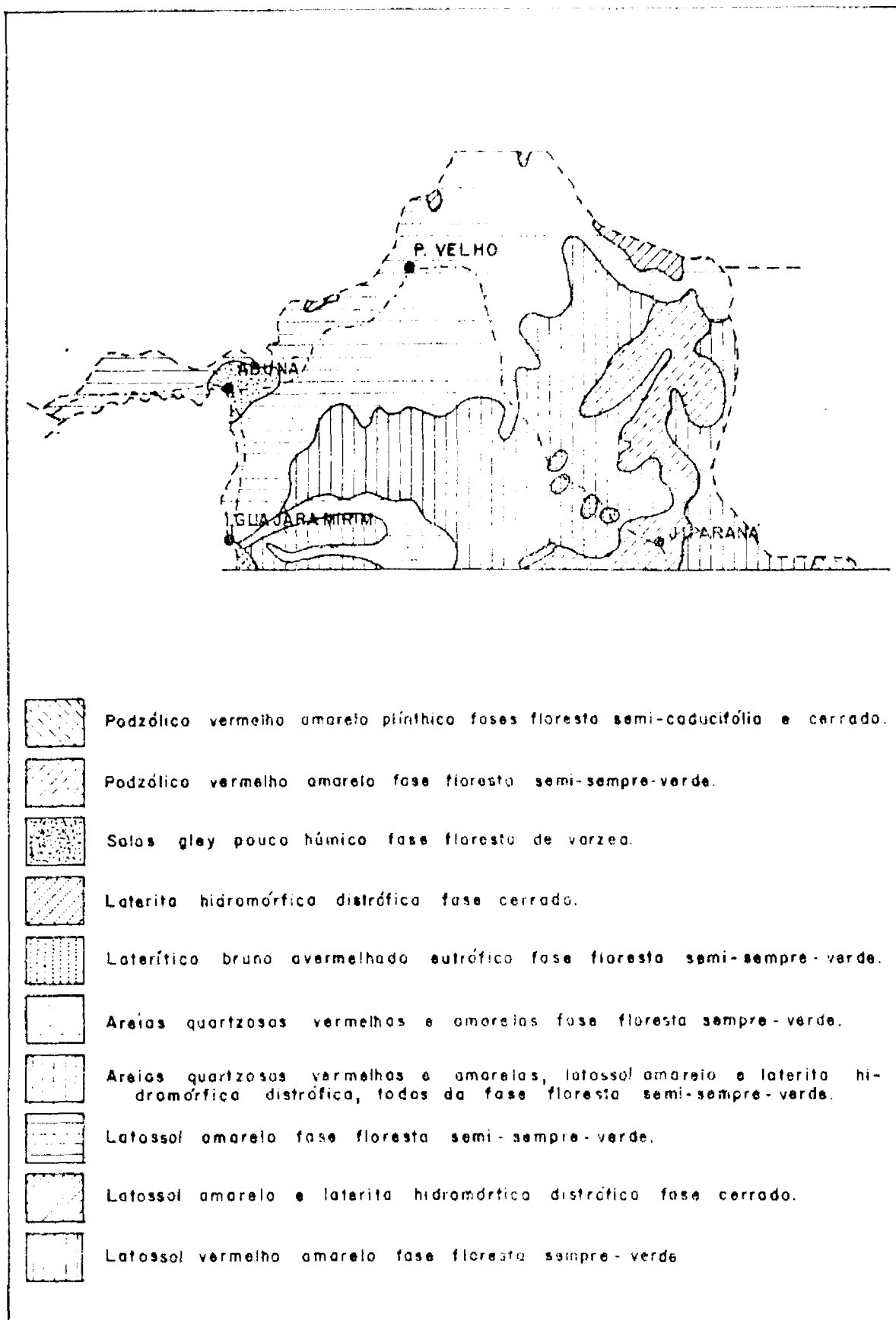


Fig. I.6 - Distribuição geográfica dos solos no Território Federal de Rondônia.  
Fonte: Ministério da Agricultura (1966).





## CAPITULO II

### MATERIAL E METODO

#### 2.1 - MATERIAL

No Projeto Rondônia foram utilizadas 13 imagens MSS obtidas por sensores acoplados nos satélites da série LANDSAT. Estas estão distribuídas em cinco órbitas que cobrem toda área estudada (Figura II.1). Os dados inerentes à identificação destas imagens estão dispostos na Tabela II.1.

TABELA II.1

#### IMAGENS LANDSAT UTILIZADAS NO PROJETO

ORBITA	PONTO	NÚMERO DA CENA	DATA	C. NUV.
123	18	176265/130225	21/09/76	00%
123	19	176175/131016	23/06/76	10%
123	20	176175/131041	23/06/76	00%
137	19	176248/130959	04/09/76	10%
318	20	176207/124508	25/07/76	00%
318	21	176207/129533	25/07/76	00%
332	19	176172/125317	20/06/76	00%
332	20	176172/125342	20/06/76	00%
332	21	176172/125407	20/06/76	00%
346	18	176173/125832	21/06/76	00%
346	19	176173/125857	21/06/76	00%
346	20	176173/125922	21/06/76	00%
346	21	177212/131101	31/07/77	00%
360	17	176228/125921	15/08/76	10%
360	18	176138/130643	17/05/76	00%
360	19	176228/13001	15/08/76	10%
360	20	176228/130036	15/08/76	00%

\* Estas imagens foram copiadas nas escalas  
1:1.000.000 e 1:500.000.

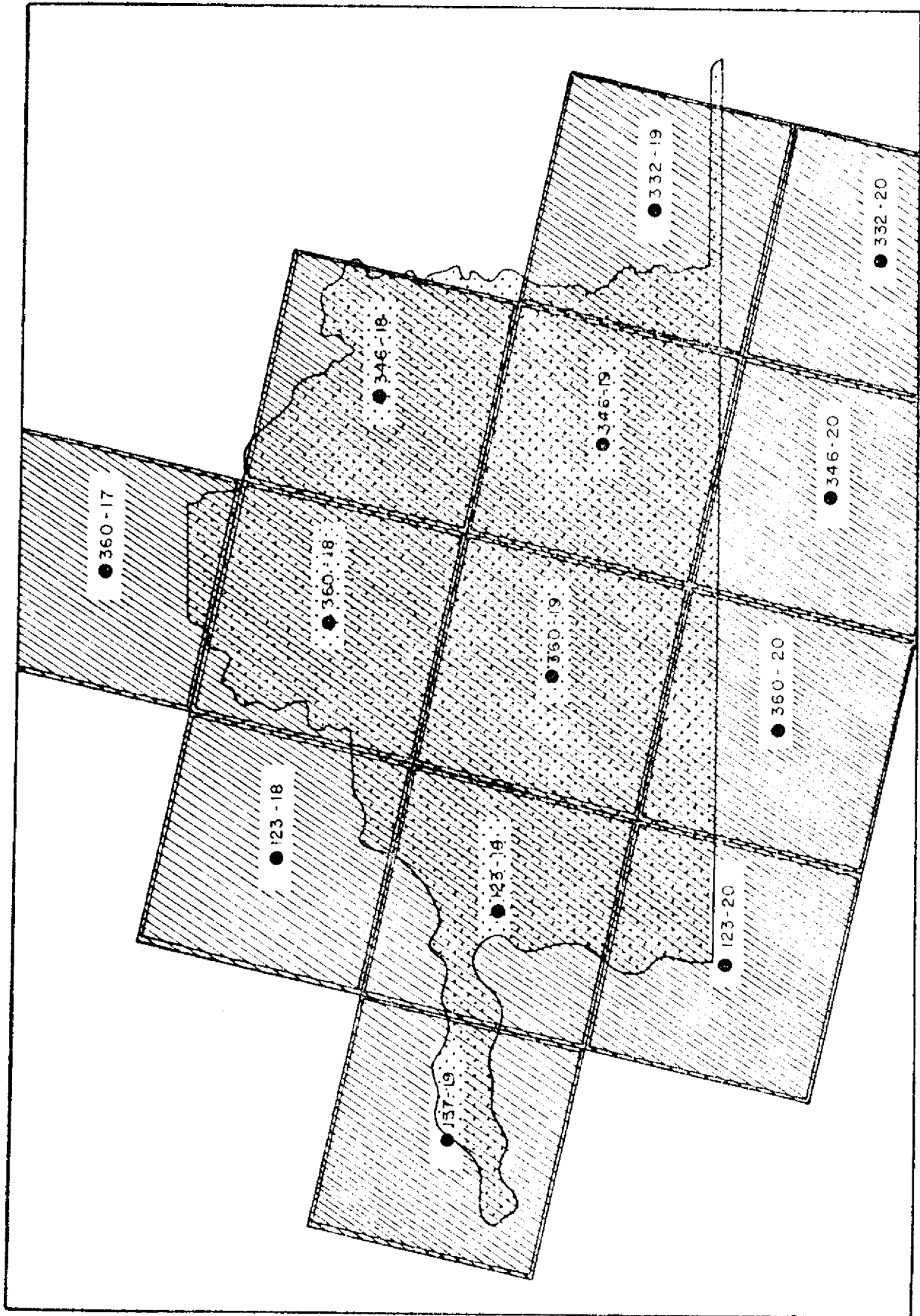


Fig. II.1 - Articulação das imagens.

As imagens MSS LANDSAT são formadas por 7.578.360 (3240 x 2339) elementos de resolução, que são denominados de "pixel" (Figura II.2). Cada "pixel" corresponde a uma área aproximada de 4.661 m<sup>2</sup> (59 x 79). Na imagem 360.19 foi delimitada uma área teste contendo 262.144 "pixels" (512 x 512). Esta área está limitada pelas seguintes coordenadas de imagem: X<sub>1</sub> = 1.603, Y<sub>1</sub> = 703, X<sub>2</sub> = 2114 e Y<sub>2</sub> = 1214.

As imagens MSS são obtidas em quatro canais que correspondem a intervalos do espectro eletromagnético (Tabela II.2).

TABELA II.2

FAIXAS ESPECTRAIS DOS QUATRO CANAIS MSS DO LANDSAT

CANAL	INTERVALO
4	0,5 - 0,6 micrômetros
5	0,6 - 0,7 micrômetros
6	0,7 - 0,8 micrômetros
7	0,8 - 1,1 micrômetros

As composições coloridas falsa-cor são produzidas pelo processo colorido negativo, sendo atribuídas as cores originais amarelo, magenta e cyan aos canais 4, 5 e 7, respectivamente. Este processo é ilustrado na Tabela II.3. As cores correspondentes aos canais que estão apreendados na base das imagens coloridas falsa-cor, são as cores iniciais e não as resultantes do processo de mistura ótica.

No processo colorido negativo, quando um feixe luminoso amarelo atravessa as três emulsões do filme (sensíveis a azul, verde e vermelho), sensibiliza as duas últimas. Nestas duas camadas são adicionados pigmentos magenta e cyan, respectivamente. A cor resultante da combinação ótica destes dois pigmentos, no processo subtrativo, é o azul. Adotando-se este mesmo raciocínio, para uma luz inicial magenta ou cyan, a cor resultante será verde ou vermelho. Por este motivo, as cores resultantes para os canais 4, 5 e 7 são azul, verde e vermelho, respectivamente na composição positiva.

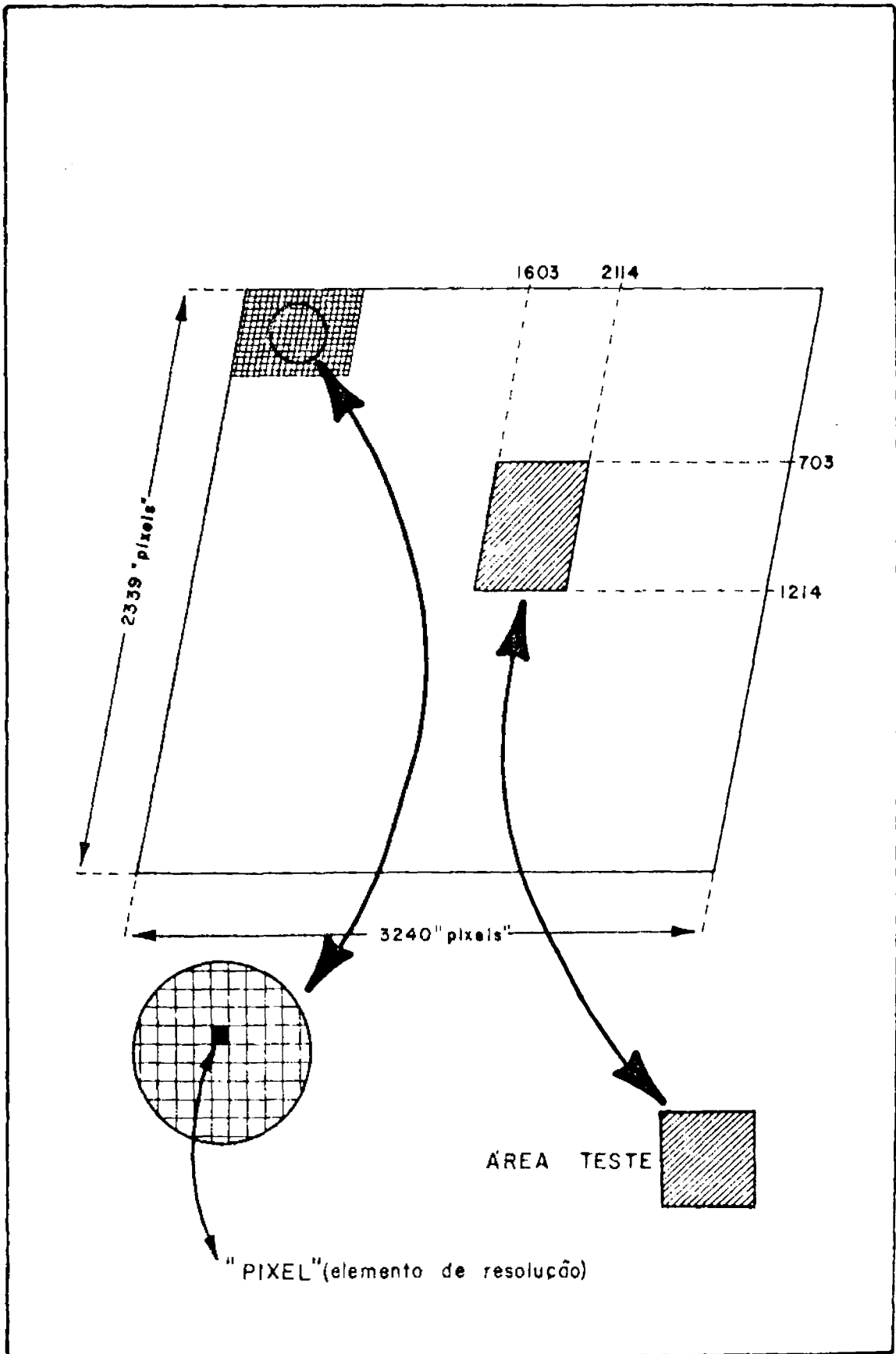


Fig. II.2 - Formatação das imagens LANDSAT.

A interpretação automática foi realizada junto ao "Multispectral Image Analyzer", IMAGE (I-100), fabricado pela "General Electric". Para esta etapa de trabalho, foi utilizada a fita CCT (Computer Compatible Tape), correspondente à imagem número 227213/ 131550, órbita 360, ponto 19, obtida em 01 de agosto de 1977 e processada em 02 de dezembro de 1977. Esta passagem é coincidente com o período sazonal seco, fato este que justifica, em partes a quase total ausência de nuvens.

## 2.2 - MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho seguiu-se a sequência apresentada na Figura II.3. Como pode ser observado, as etapas inerentes aos mapeamentos regional e de semidetalhe são quase que independentes.

A partir do item 7 é que realmente teve início a proposição deste projeto, uma vez que a primeira etapa foi considerada como sendo suporte para a segunda, no que se refere a situar os granitos anorogênicos, potencialmente mineralizados em estanho, numa coluna estratigráfica e num esboço geológico.

A descrição de cada fase é feita seguindo-se o esquema apresentado na Figura II.3.

### 1. Pesquisa Bibliográfica e Aquisição de Material

O início desta fase constou da aquisição de todo material bibliográfico existente que versasse não só sobre a área estudada, mas que pudesse oferecer subsídios técnicos para a execução deste trabalho. Este material bibliográfico foi adquirido junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) Projeto RADAMBRASIL, Biblioteca do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo e Biblioteca do Instituto de Pesquisas Espaciais.

TABELA II.3

PROCESSO COLORIDO NEGATIVO

COR INICIAL	Amarelo	Magenta	Cyan	Azul	Verde	Vermelho	Branco	Preto
Sensibiliza pelo azul								
Filtro amarel								
Sensibiliza pelo verde								
Sensibiliza p/vermelho								
Fixa o amarelo								
Fixa o magenta								
Fixa o Cyan								
Cor result.	Azul	Verde	Vermelho	Amarelo	Magenta	Cyan	Preto	Branco

Cristais sensib. Crist. ã. sensib. Adic. pigmento Ausênc. pigmen.

Posteriormente, passou-se a obter as imagens que estão listadas na Tabela II.1. Esta aquisição foi realizada junto ao Departamento de Produção de Imagens (DPR), do INPE localizado em Cachoeira Paulista (SP). Estes produtos foram, inicialmente, selecionados a partir de foto-índices e listagens do Banco de Dados, onde foram observadas as qualidades geométricas e radiométricas, além do percentual de cobertura de nuvens. A primeira aquisição foi feita em papel mate nas escalas 1:1.000.000 e 1:500.000. Posteriormente, selecionaram-se as imagens que melhor destacavam os granitos estudados para cópias em papel colorido, composição no infravermelho falsa cor, na escala 1:500.000. Foi utilizada, também, em fita CCT, a melhor passagem que abrangesse a área teste.

As fotografias da missão SKYLAB, que cobrem parte da área mapeada regionalmente, não foram utilizadas em virtude da excessiva cobertura de nuvens.

## 2) Análise dos Dados Existentes

Esta etapa foi de grande valia no processo de análise tendo em vista a extensa área a ser mapeada, o que torna praticamente impossível um trabalho de campo sistemático, levando-se em conta tempo e pessoal existentes no Projeto Rondônia. Foram consultados em sua maioria, os projetos desenvolvidos anteriormente, na área para que obtivesse deste modo uma visão global da região a ser estudada. Com isto foi possível correlacionar determinadas feições, nas imagens, com unidades previamente mapeadas. Portanto, todos os grupos de rochas descritos estão associados a relatos de projetos já concluídos por outras empresas. Os dados de campo pertencentes a estes projetos são considerados como sendo verdade terrestre.

Esta etapa foi realimentada sempre que necessário, além de ampliada à medida que surgiam novos trabalhos, com a continuidade da pesquisa bibliográfica.

Após se ter uma idéia da geologia da área, passou-se à fotointerpretação das imagens LANDSAT.

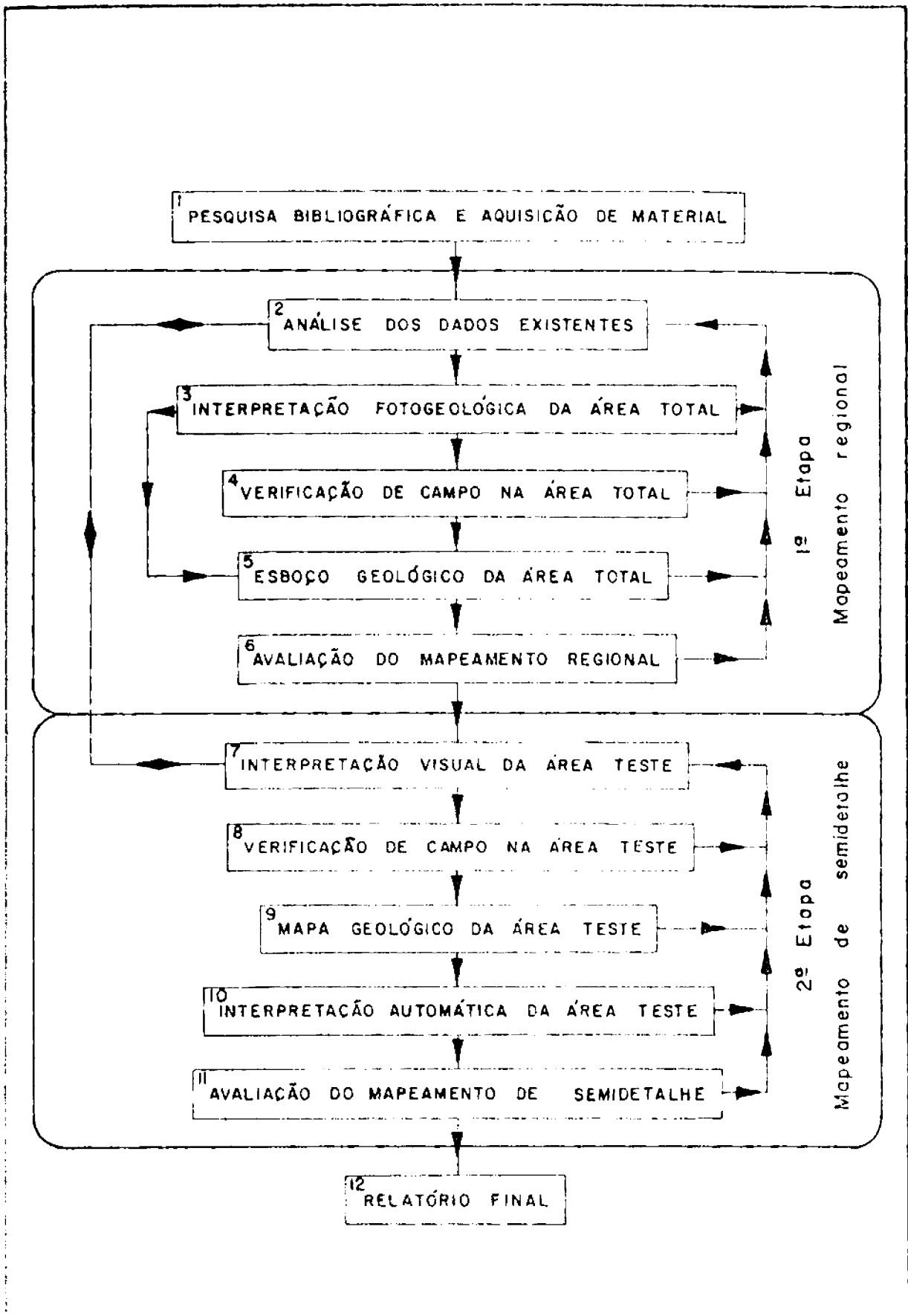


Fig. II.3 - Fluxograma das atividades do projeto.



### 3) Interpretação Fotogeológica da Área Teste.

Devido à inexistência de uma base topográfica planimétrica correspondente à área total mapeada, foi necessário, inicialmente, confeccionar uma base topográfica que contivesse as feições indispensáveis ao lançamento da interpretação fotogeológica.

Para tal foi traçado, nos "overlays" correspondentes a cada imagem, rios, estradas, cidades, pista de pouso, etc. Posteriormente, os "overlays" foram agrupados e os pontos astronômicos existentes foram localizados com suas respectivas coordenadas. Por interpolação, foi determinada a rede de coordenadas e os limites da área a ser mapeada em escala regional. Deste modo foi construída uma base topográfica, planimétrica não controlada, na escala 1:500.000. Posteriormente, foram realizadas as interpretações fotogeológicas e estruturais em "overlays" separados.

Para a separação das unidades geológicas mapeadas, foram utilizados critérios fotointerpretativos convencionais, tais como tonalidade e textura fotográficas, padrão de drenagem e feições geomorfológicas. Este procedimento foi aplicado para todos os canais, sendo aproveitadas as interpretações que apresentassem melhores resultados. Foi observado, contudo, que os canais 5 e 7 fornecem melhores contrastes, primeiro para diferenciações de litotipos e o segundo para delimitação das feições estruturais, se bem que o canal 7 também foi utilizado para individualizar unidades rochosas.

Quando da fotointerpretação das imagens coloridas falsa cor, deve-se ter em mente que a tonalidade fotográfica resultante de uma determinada unidade é o resultado da adição das cores de cada canal, sendo esta ponderada e tendo como peso o valor do tom de cinza correspondente. Caso uma unidade seja escura nos canais 4 e 5 e muito clara no canal 7, sua tonalidade fotográfica será avermelhada, uma vez que as componentes azul e verde são praticamente nulas. No caso inverso, a tonalidade resultante será cyan. Adotando-se este procedimento, pode-se ter uma expectativa da tonalidade fotográfica de uma determinada unidade, conhecen

do-se suas características radiométricas, nos quatro canais MSS.

#### 4) Verificação de campo na Área Total

Concluída a interpretação fotogeológica preliminar, houve necessidade de se verificar os resultados obtidos. Esta averiguação consistia de um trabalho de campo sistemático que, devido à grande extensão da área mapeada regionalmente, tornou-se impraticável. Contudo, estas verificações foram realizadas confrontando-se os resultados fotointerpretativos com descrições de afloramentos constantes em relatórios já concluídos, assim como informações verbais fornecidas por geólogos da CPRM - Superintendência Porto Velho.

Por este motivo, o mapa fotogeológico foi denominado de esboço geológico, devido à não execução da verificação de campo, na área teste.

#### 5) Esboço Geológico da Área Total

Testadas as interpretações fotogeológicas, foi produzido um esboço geológico da área total contendo uma coluna estratigráfica que integrasse os trabalhos já executados.

Esta carta tornou-se bastante dinâmica, uma vez que esta fase foi realimentada várias vezes no decorrer do projeto. As reformulações surgiram em virtude das divergências existentes nos mapeamentos consultados. Portanto, sempre que se consultada mais uma bibliografia, outra, nova idéia sobre a estratigrafia regional era proposta. Por este motivo não foi fácil sugerir uma coluna que integrasse todos os dados existentes.

Para facilitar a elaboração desta coluna, situaram-se as unidades mapeadas como pertencentes aos eventos geotectônicos propostos por Amaral (1974).

Este esboço geológico foi produzido na escala 1:1.000.000, contendo todos os dados fornecidos pela fotointerpretação as

sociada à pesquisa bibliográfica previamente desenvolvida.

#### 6) Avaliação do Mapeamento Regional

A avaliação do mapeamento regional consistiu de apreciação dos resultados obtidos no mapeamento fotogeológico realizado na escala 1:1.000.000.

Observou-se que este mapeamento é totalmente compatível com a escala proposta e a possibilidade de se ter uma visão global da área estudada favoreceu a proposição do empilhamento das unidades geológicas mapeadas.

O curto espaço de tempo gasto para realização deste mapeamento foi outro fator positivo observado.

#### 7) Interpretação Visual da Área Teste

A escolha da área teste foi baseada no fato do Complexo Granítico Massangana/São Domingos ser o melhor estudado até o presente momento. A área tem aproximadamente 1.710 Km<sup>2</sup> e está localizada na imagem 360-19 (Figura I.1).

Os critérios adotados na interpretação desta área foram semelhantes aos utilizados na fotointerpretação geológica regional. Inicialmente foram demarcadas as estruturas lineares e circulares, todas no canal 7. Posteriormente, individualizaram-se os granitos de Massangana e São Domingos e os gnaisses e migmatitos pertencentes ao Embasamento Cristalino. Para estas separações foram utilizados critérios de tonalidade e textura fotográfica. Finalmente, houve a superposição dos "overlays" contendo as interpretações estruturais e geológicas, para que fossem montado o mapa fotogeológico da área teste. (Figura III.2).

#### 8) Verificação de Campo na Área Teste

O trabalho de campo na área teste teria como objetivo a avaliação da potencialidade do método para separar os diferentes granitos existentes no complexo Massangana/São Domingos. Para tal, foi programada uma campanha que seria executada em maio de 1977, com a colaboração dos geólogos da Mineração Tabocas S.A., do Grupo Paranapanema.

Esta verificação de campo seria composta de duas etapas, a primeira correspondente a um contato com técnicos da CPRM que tivessem desenvolvido trabalhos na área estudada, e outra que seria o trabalho de campo propriamente dito. Contudo, esta segunda etapa não foi realizada, uma vez que a aeronave do Grupo Paranapanema, o único meio de acesso à área, encontrava-se em revisão. Vale salientar, também, que nesta época a Br-364 encontrava-se interditada em função das fortes chuvas que tinham arrasado a referida estrada. Com isto, foram substituídos os trabalhos de campo por informações pessoais e dados de campo obtidos por outros autores, alguns ainda não publicados.

#### 9) Mapa Geológico da Área Teste

Pelos mesmos motivos citados anteriormente, no item 4, o produto final da interpretação visual da área teste é um mapa fotogeológico, devido à inexistência das verificações de campo. Contudo, sugere-se que em trabalhos futuros este item seja executado.

No mapa fotogeológico, ilustrado na Figura III.2 não é proposto um posicionamento cronoestratográfico para os quatro tipos de granitos mapeados. Esta mapa também foi sujeito a várias modificações em virtude das sucessivas consultas feitas a trabalhos que referiam-se a esta área.

#### 10) Interpretação Automática da Área Teste.

Este item será descrito detalhadamente na seção 3.4 do Capítulo III o mesmo consta de interpretações automáticas feitas no

IMAGE-100 e teve como finalidade a determinação de padrões de classificações que sejam particulares aos granitos anorogênicos pertencentes ao Complexo Granítico Massangana/São Domingos. Nestas interpretações, feitas por métodos de processamento automático, aplicaram-se os programas "slicer", "Cluster Synthesis", "Contrast Stretch", "Single-Cell" e "Multicell".

a) "SLICER"

Este programa divide o histograma de um determinado canal em até oito fatias (Figura II.4). Posteriormente, são atribuídas cores aos pontos compreendidos nestas fatias. Caso uma determinada cena tenha 256 níveis de cinza, a cada cor corresponderão 32 níveis. Esta correspondência é ilustrada na Tabela II.4.

TABELA II.4

RELAÇÃO DAS CORES CORRESPONDENTES A CADA TEMA

TEMA	COR	INTERVALO
1	CINZA	0 - 31
2	MARROM	32 - 63
3	AZUL	64 - 95
4	AMARELO	96 - 127
5	MAGENTA	128 - 159
6	CYAN	160 - 191
7	CINZA AZULADO	192 - 223
8	BRANCO	224 - 255

O programa "slicer" (Tabela II.4) pode ser reaplicado caso seja interessante diminuir o intervalo de cada fatia. Com isto, poder-se-á chegar a uma fatia que contenha apenas um nível de cinza.

b) "CLUSTER SYNTHESIS"

O programa "Cluster Synthesis" determina células espectrais bidimensionais, formadas a partir de intervalos de tons de cinza de dois canais. Na Figura II.5 é apresentado este programa, sendo a célula espectral, neste caso, formada pelos intervalos (15-45) e (10-35), para os canais X e Y, respectivamente. Com isto, todos "pixels", que estejam contidos nesta, serão classificados.

Os intervalos de tons de cinza foram inicialmente fornecidos pelo "Slicer", contudo observou-se uma rarefação na classificação. Esta rarefação é justificada pelo fato dos "pixels" pertencentes a intervalos de apenas um canal não serem classificados, como acontece com o "pixel" A, da Figura II.5. Embora este esteja compreendido no intervalo correspondente ao canal Y, está fora dos limites do canal X.

Para melhorar a classificação, foram ampliados os limites de cada canal. Utilizando-se este procedimento, o número de "pixels" alarmados foi sensivelmente maior, o que, sem dúvida, facilita a interpretação visual. Isso é justificado, pois são alarmados "pixels" pertencentes a intervalo de apenas um canal. Porém, durante este aumento de intervalo de tom de cinza, aparecem células que não estão compreendidas em intervalo de nenhum dos canais e estas foram denominadas de células rejeitadas pela ampliação (Figura II.6). Então, para que este tipo de ampliação não englobe células indevidamente, é necessário extrair-se as rejeitadas. Este procedimento corresponde à utilização do programa "Cluster Synthesis" com os intervalos ampliados, subtraindo-se as áreas rejeitadas. Os resultados da utilização deste programa serão apresentados no item 3.4, do Capítulo III.

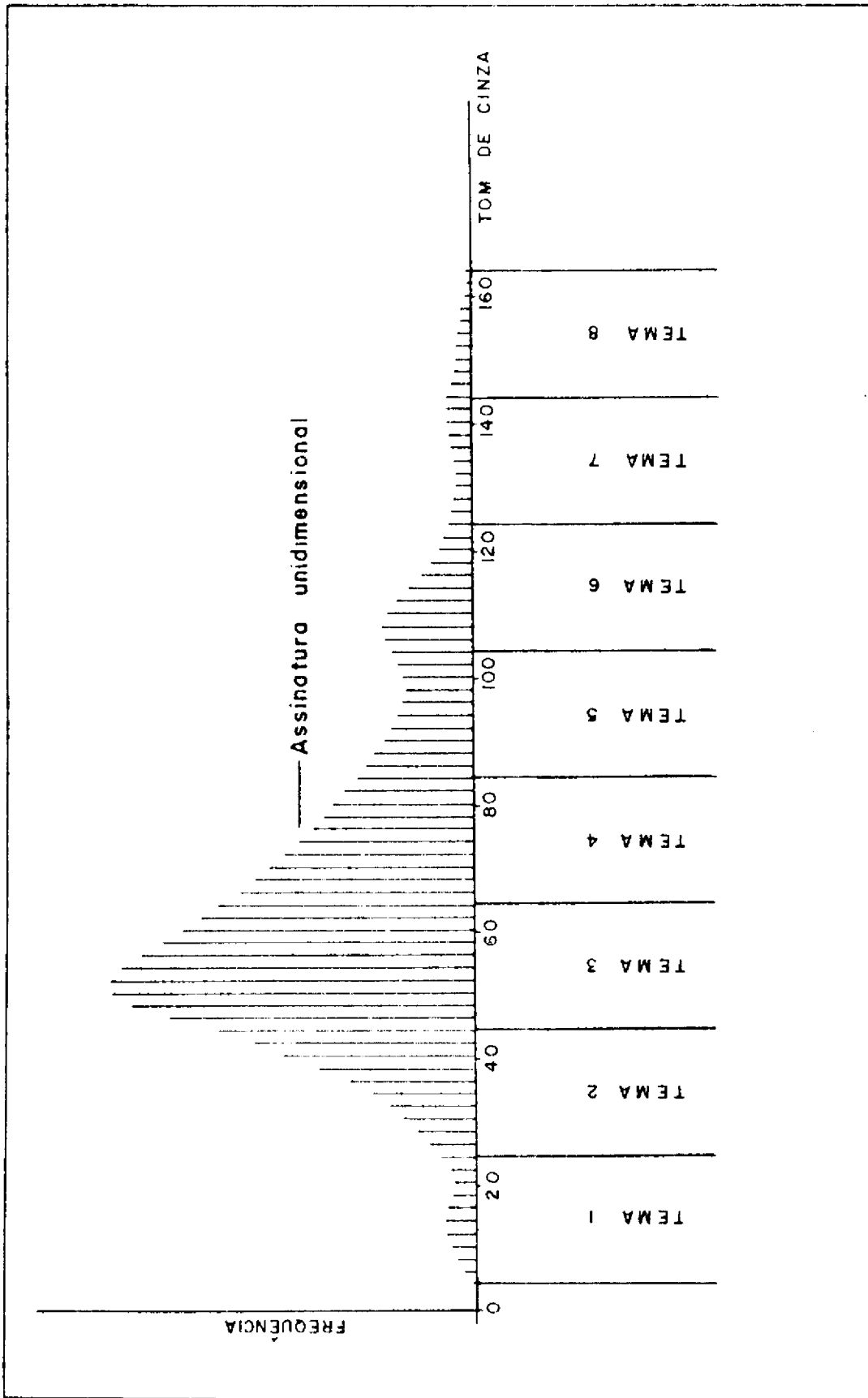


Fig. II.4 - SLICER

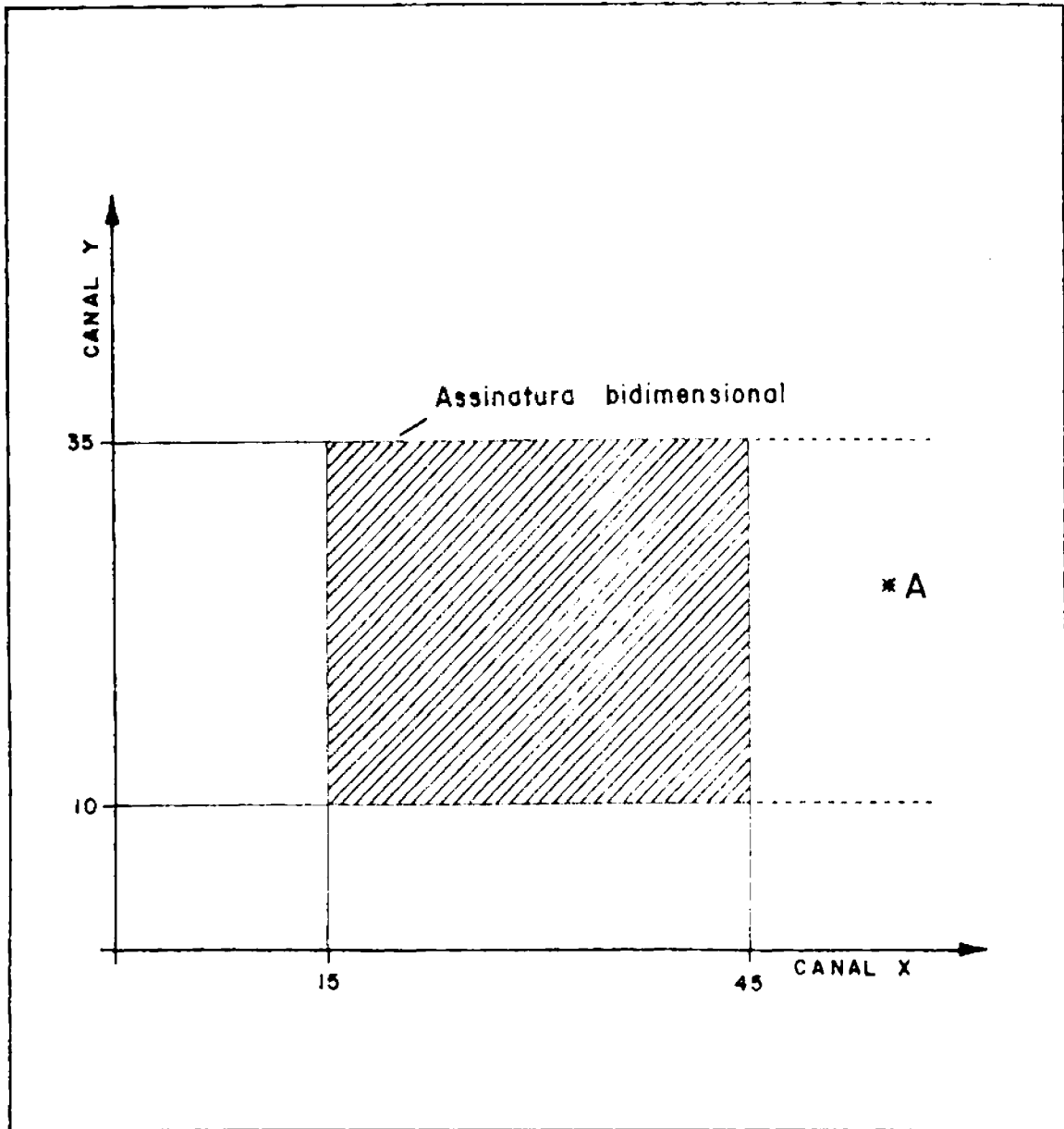


Fig. II.5 - "CLUSTER SYNTHESIS"



c) "CONTRAST STRETCH"

Este Programa melhora o contraste de um canal selecionado. Para tal procedimento, são eliminados os extremos inferior e superior do histograma (Figura II.7). Neste exemplo, o intervalo compreendido entre os limites 100 e 200 é dilatado e assume valores 1 e 254. Os "pixels" existentes abaixo do limite inferior passam a 0 (preto) e os localizados acima do superior passam a 255 (branco). Com isto a cena é realçada e pequenas variações tonais tornam-se perceptíveis. As composições coloridas no infravermelho falsa cor, obtidas após a utilização do "Contrast Stretch", apresentam-se sensivelmente melhores, sendo individualizadas unidades fotogeológicas até então imperceptíveis.

d) "SINGLE CELL"

Neste programa são determinadas as assinaturas correspondentes a células espectrais quadridimensionais, sendo cada dimensão inerente a um canal.

Para obtenção destas células, é necessário pré-determinar-se uma área de treinamento posicionada sobre um local geologicamente conhecido. Com isto ter-se-á uma assinatura correspondente a uma unidade conhecida. Posicionando-se o curso sobre esta área, o sistema gera um dos quatro canais. Os intervalos entre os limites máximos e mínimo determinam um hiperparalelepípedo de quatro dimensões. Neste sólido está contida a assinatura espectral do alvo estudado.

Este tipo de aquisição de assinatura espectral é ilustrado na Figura II.8, só que para facilitar a visualização, esta é apresentada em três dimensões, correspondendo aos canais 4, 5 e 7.

e) "MULTICELL"

A determinação da célula espectral fornecida pelo programa "Single-Cell", pode causar uma superposição de assinaturas, quando-se comparam duas amostras distintas. Esta superposição causa problemas durante as classificações devido à existência desta área ambigua. (Figura II.9).

O programa "Multicell" divide a célula espectral, obtida pelo mesmo método do programa "Single Cell". Estas pequenas células são testadas com a finalidade de se determinar o número de "pixels" que tem o mesmo valor espectral definido para cada uma destas pequenas células. Deste modo, todas as células vazias são conhecidas e posteriormente rejeitadas, só permanecendo as que realmente tem representatividade. As preservadas são utilizadas como assinatura da área de treinamento. Na Figura II.10 este programa é ilustrado em apenas dois canais, para facilitar a visualização, porém na realidade, este foi utilizado para os quatro canais simultaneamente. Este programa não origina uma assinatura real da área teste, porém, elimina a superposição existente entre as assinaturas de diferentes alvos. Desta maneira, um histograma multidimensional da área teste é definido.

11) Avaliação do Mapeamento de Semi-Detalhe

A avaliação dos resultados correspondentes a esta fase, refere-se às interpretações correlacionadas ao mapeamento de semidetalhe, comparando-se, desta feita, os resultados fornecidos pelas fotointerpretações automática e visual, com os mapas geológicos existentes. Caso os padrões classificatórios para a área teste sejam significantes, serão aplicados, com as devidas correções, em outras áreas.

12) Relatório Final

O relatório final constou da apresentação detalhada de todas as fases deste projeto, assim como relato dos resultados obtidos, conclusões e sugestões.

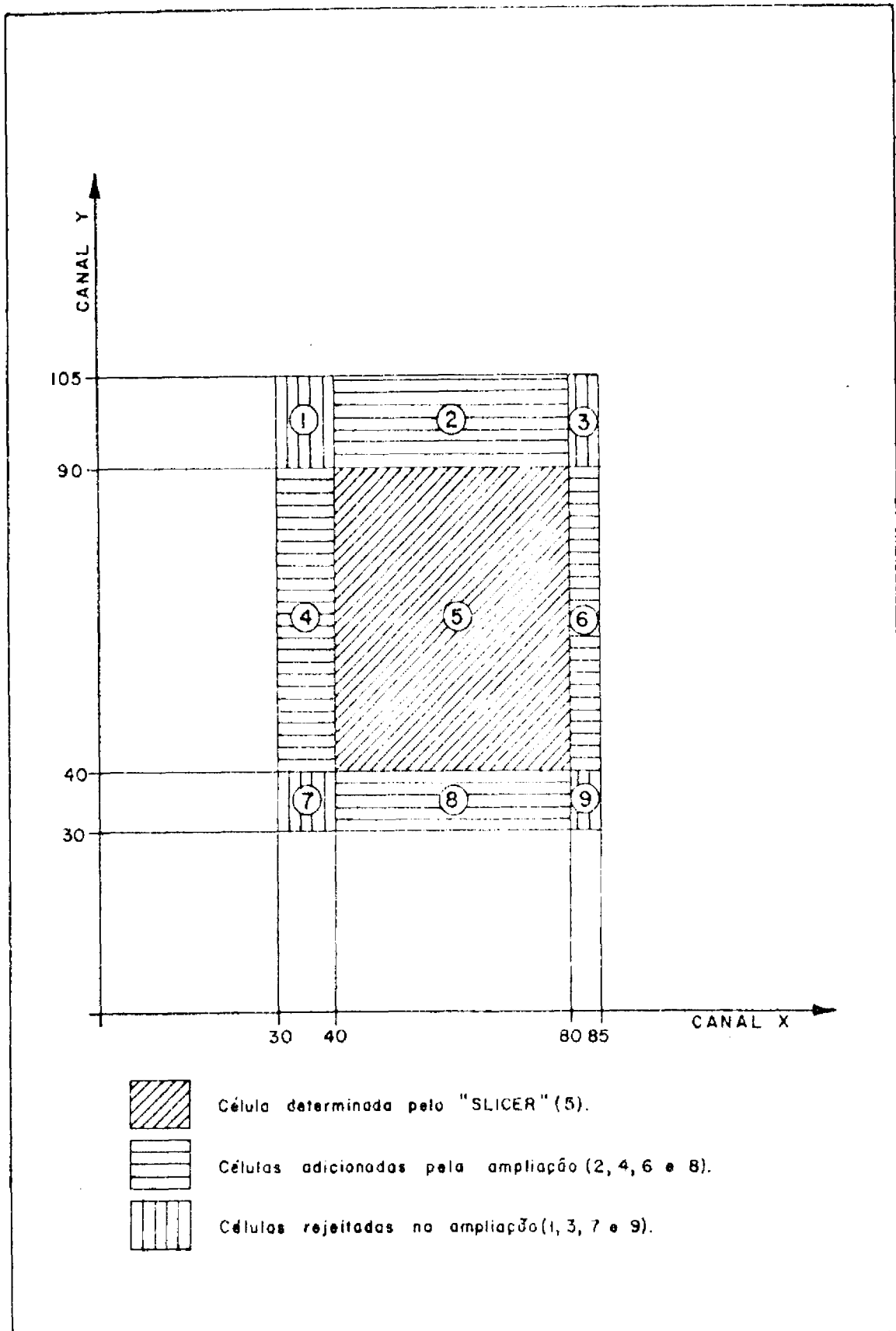


Fig. II.6 - "CLUSTER SYNTHESIS" com ampliação.

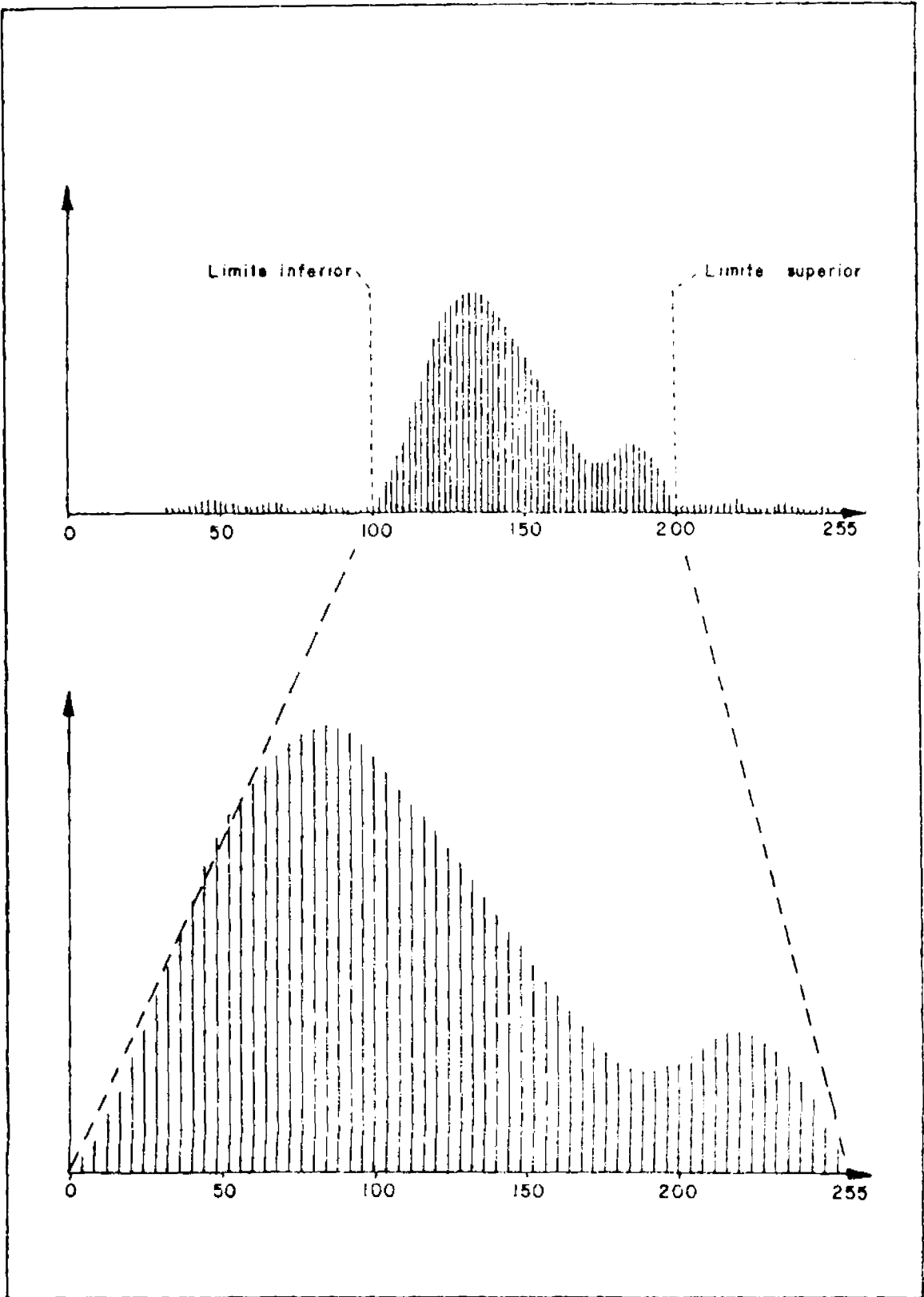


Fig. II.7 - "CONTRAST STRETCH"

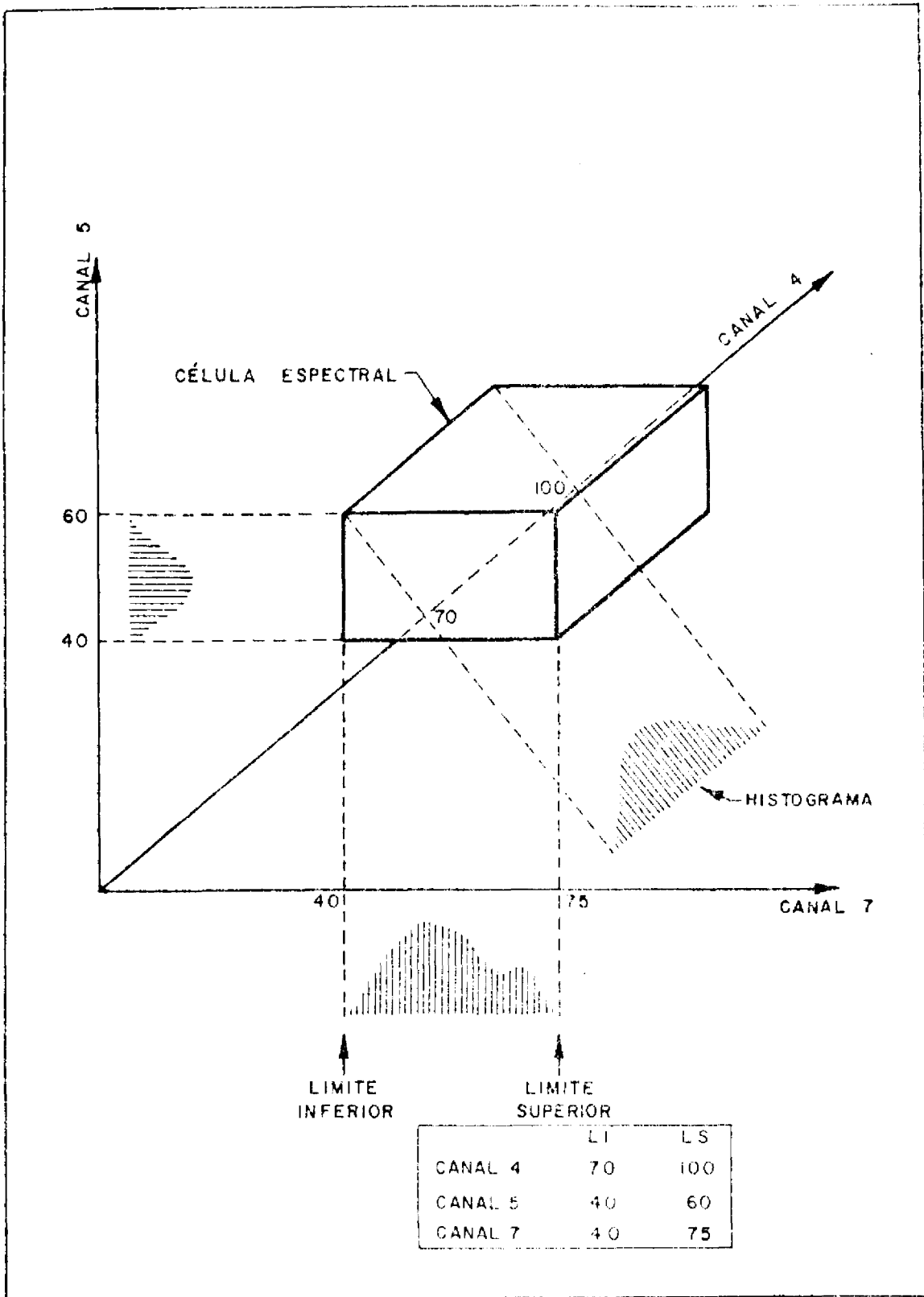


Fig. II.8 - "SINGLE CELL"

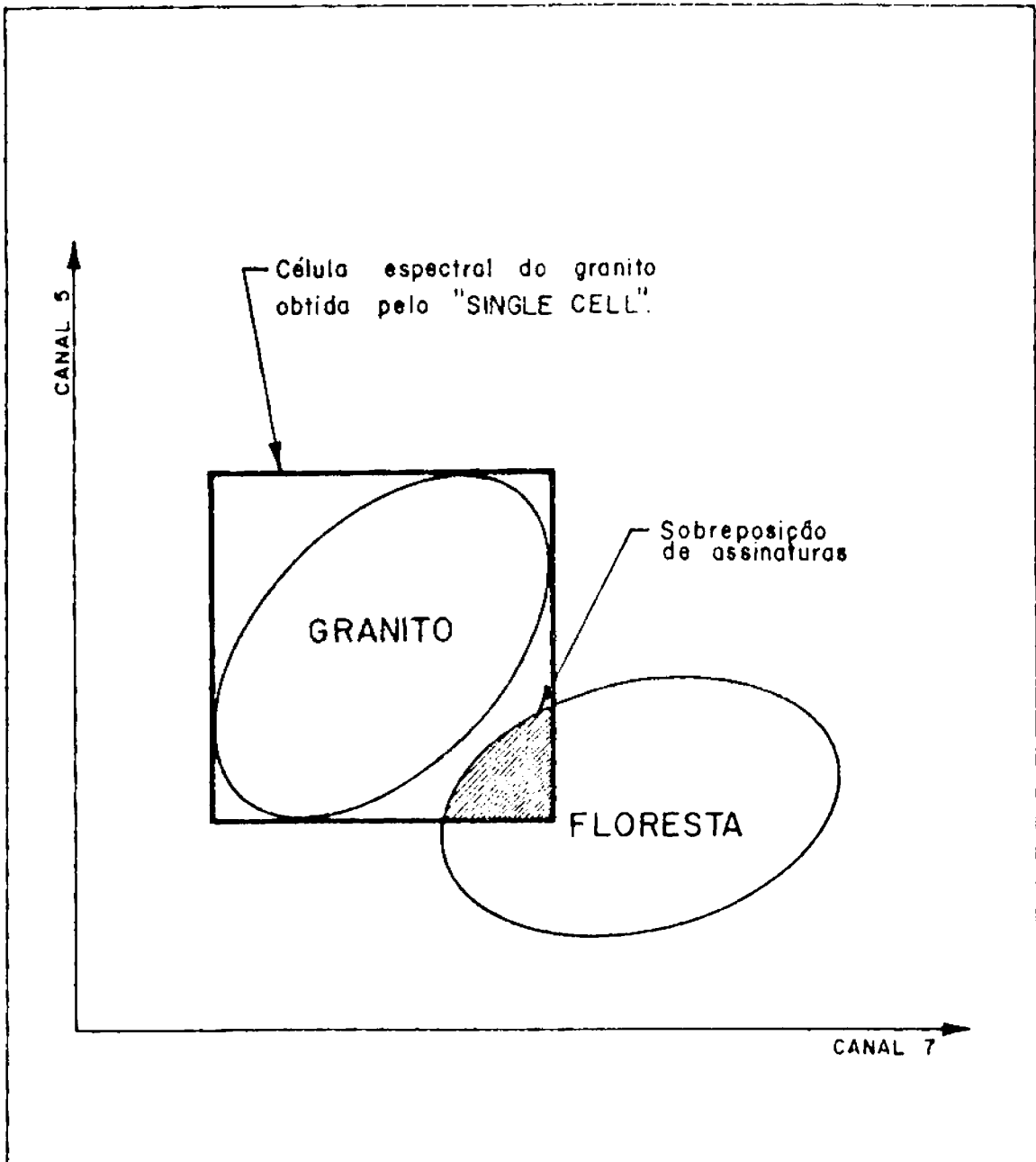


Fig. II.9 - Sobreposição de assinaturas no "SINGLE CELL".

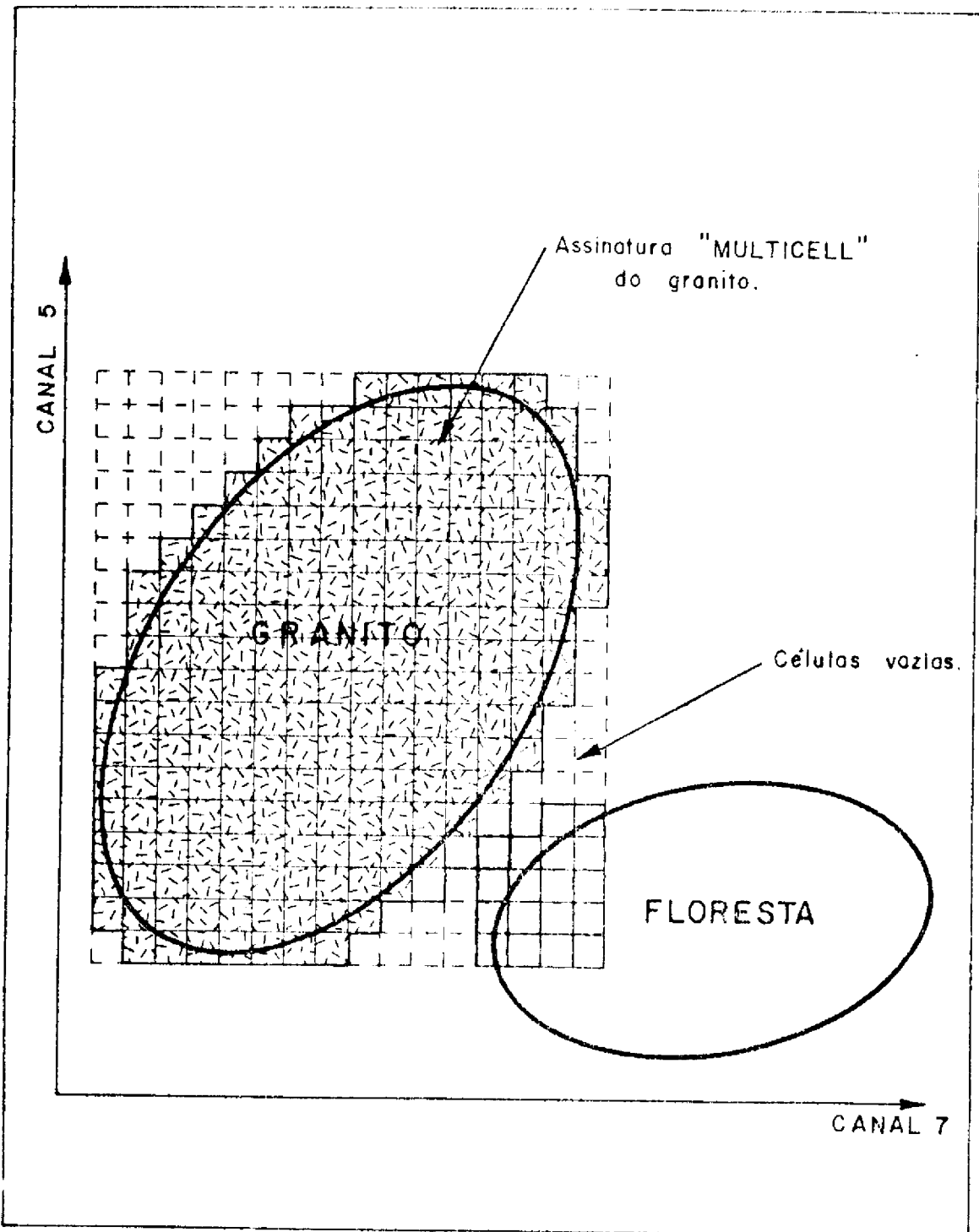


Fig. II.10 - "MULTICELL"





## CAPÍTULO III

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a consulta realizada aos trabalhos anteriormente concluídos, observou-se uma variedade nas colunas estratigráficas existentes, havendo divergências tanto no posicionamento das unidades como na toponímia utilizada. Em função desta problemática, propôs-se uma coluna que integrasse a totalidade dos mapeamentos feitos na área do projeto, assim como nas vizinhanças. Para tal foi realizado um mapeamento fotogeológico, na escala 1:1.000.000. (Apêndice A)

As características fotogeológicas particulares a cada unidade são citadas após os comentários estratigráficos das mesmas.

#### 3.1 - ESTRATIGRAFIA

Tendo em vista as divergências estratigráficas Tabela III.1, adotou o esquema que associa as unidades Pré-Cambrianas ao grande episódio magmático-metamórfico Transamazônico e aos Eventos Paraense, Madeirense e Rondoniense (Amaral, 1974). Partindo desta premissa, foi estabelecida uma coluna estratigráfica (Tabela III.2), na qual as datações radiométricas feitas por outros autores, têm suas idades, em grande parte, coerentes com a divisão proposta.

No item reservado à Geologia Estrutural e Tectônica, são abordados mais detalhadamente estes fatos, se bem que nas descrições das unidades são citadas as razões que justificam seus posicionamentos.

##### 3.1.1 - EMBASAMENTO CRISTALINO

O primeiro estudo realizado na área (Evans, 1906) corresponde a um perfil geológico compreendido as cachoeiras de Misericórdia, Ribeirão, Pederneira, Três Irmãos, Morrinhos, Teotônio e Santo Antonio. Este Embasamento Cristalino foi dividido em inferior e superior (Lobato et al, 1966), migmatitos e o segundo por gnaisses e predominantemente anfibolitos.



TABELA III.2

COLUNA ESTRATIGRÁFICA

ERA	PERÍODO	GRUPO	UNIDADE	SÍMBOLO	LITOLOGIA	ESPESS. (m)	CORRELAÇÃO	EVENTO	IDADE (m.a.)	
CENOZOICO	Quaternário			Q	Areias, siltes e argilas					
	Terc. Quat.			TQDL	Sedimentos laterizados	30				
PROTEROZOICO	PRE-CAMBRIANO SUPERIOR		2	Vulcânicas Básicas Epimetamórficas	pCa	Basaltos e diabásios	40	Intrusivos de Rio Branco	900 a 1.050	
				Granito Anorogên. Rondoniense	pCgr	Granitos				
				4	Granito Serra de Providência	pCgp	Granitos e granodioritos		G. Velho Guilherme, Madeirense	1.250 a 1.400
				5	F. Palmeiral	pCp	Arenitos e arcóseos	250	F. Prosperança	
				5	F. Mutum-Paraná	pCmp	Quartzitos e filitas	400	G. Beneficente	1.550 a 1.700
					Vulcânicas Ácidas	pCr	Riolitos e rioladacitos		G. Uatumã	
				5	Indiviso	pCin	Gnaisses e migmatitos		Complexo Xingü Transam.	> 1.600
				5	Embasamento Cristalino					

- 1 - PONTES PINTO ET AL (1977).  
 2 - LIBERATORE ET AL (1972).  
 3 - AMARAL (1974).  
 4 - LEAL ET AL (1974).  
 5 - LOBATO ET AL (1966).

REFERÊNCIAS

Segundo Priem et al (1971) as rochas do embasamento Prê-Cambriano são essencialmente de alto grau metamórfico e compactas predominante de augengaisse de granulação grosseira e hornblenda gnaisses de bandamento fino.

Liberatore et al (1972) descreveu o Embasamento Cristalino como sendo de idade Prê-Cambriana inferior e formado por um complexo de rochas migmático-graníticas e subordinadamente leptitos, xistos, dioritos, anfibolitos e granodioritos, existindo, contudo, granitos de características intrusivas que estão colocados entre o Prê-Cambriano Médio e Superior.

Souza et al (1973) relatou que nas proximidades de Massangana, o embasamento cristalino é representado por gnaisses e migmatitos, sendo os primeiros mais frequentes a Sul e a Oeste dos maciços graníticos, ocorrendo, ocasionalmente, bancos de anfibolitos inclusos nesta unidade.

Thorman e Medina (1974) concluíram que na porção NW do Território Federal de Rondônia, o embasamento migmático e gnaissico é caracterizado por fraturas de direção NW e NE.

Silva et al (1974) sugeriram o termo "Complexo Xingu" para as rochas metamórficas de mesozona, mapeadas na folha Juruena, pertencentes ao fácies anfibolito de Turner e Verhoogen. Esta unidade é composta de migmatitos e gnaisses de comparação granítica, granodiorítica e sienítica. Leal et al (1974) adotaram o termo Complexo Xingu, atribuindo ao mesmo caráter polimetamórfico.

Figueiredo et al (1974) descreveram a Plataforma do Guaporé como sendo formada predominantemente de biotita hornblenda gnaisses. Secundariamente, existem xistos, leptinitos e quartzitos, todos associados a falhamentos. Nos gnaisses foram observados intrusões de rochas bá

sico-ultrabásicas e graníticas.

Padilha (1974) mapeou, no Complexo Basal do Mato Grosso, biotita gnaisses, gnaisses facoidais, leptinitos, gnaisses leptiníticos, granulitos, migmatitos, granitos, anfibolitos, rochas gabro-dioríticas e cataclasitos.

Souza et al (1975) denominaram de Complexo Basal a unidade que seria composta predominantemente de migmatitos metatexíticos e anaxíticos, gnaisses, granitos, charnoquitos-granulitos, dioritos, micro-quartzo-dioritos, anfibolitos, calcosilicatadas, micaxistos e cataclasitos, todos encontrados na área corresponde ao Projeto Noroeste de Rondônia. Os migmatitos constituem um relevo bastante arrasado, aflorando geralmente sob a forma de matacões e, eventualmente, constituindo colinas sem vegetação, que são regionalmente conhecidas como "pirocas". As estruturas migmatíticas mais observadas foram "schollen", acamadas e oftálica.

Os gnaisses ocorrem paralelamente associados aos migmatitos, fato este que dificulta a sua individualização, tendo, todavia, predominância nos cursos médios dos rios Candeias, Jaci-Paraná e Mutum - Paraná. Os gnaisses, geralmente, formam pequenos lajeados ou blocos que apresentam esfoliação esferoidal e mais raramente compondo "pirocas". O bandeamento conspícuo e a forte anisotropia são aspectos comuns tendo um "trend" regional de E-W.

Os granitos de anatexia ocorrem mais frequentemente nas bacias do alto Candeias, Jamari e Jaci-Paraná, mantendo, geralmente, contatos gradacionais com os gnaisses e migmatitos. As formas topográficas predominantes são as colinas que podem formar um relêvo mais arrasado. Estes granitos seriam resultado da fusão de rochas vulcano-sedimentares que adquiriram após sua consolidação, estruturas nebulíticas e/ou homórficas.

Os charnoquitos-granulitos ocorrem, predominantemente, nos rios Jamari e Candeias, formando a parte mais inferior de toda a sequência litológica do Complexo Basal. Estas rochas acham-se expostas devido a

um maior grau de arrasamento, o que indica a existência de isógradas progressivas verticais e geralmente afloram intensamente fraturados, o que pode ser observado em imagens radargramétricas devido às perturbações tectônicas intensas.

O dioritos, micro-quartzo-dioritos e anfibolitos têm distribuição bastante irregular em relação às rochas gnáissico-graníticas. Estes metabasitos têm natureza xenolítica de pouca expressão regional, não formando um relêvo positivo, mostrando-se topograficamente, muito arrasada e por vezes negativo.

As rochas calco-silicatadas foram observadas observadas próximo às localidades de Miserocórdia e Nova Vida, aflorando sob a forma de matacões ou blocos rolados.

Ainda segundo Souza et al (1975), os micaxistos e cataclásitos são produtos de um tectonismo regional, sendo, portanto, suas ocorrências controladas por zonas de falhas. Dentre os xistos predominam os biotita-muscovita-quartzo-xistos e os biotita-epidoto-anfibólio-quartzo-xistos, enquanto que dentre os cataclasitos têm-se os gnaisses e granitos cataclásticos, milonitos e brechas.

Lima (1976) citou que na área correspondente ao Projeto Sulfedos de Abunã, o Complexo Basal é representado por granitos de anatexia, migmatitos, anfibolitos, leptinitos, rochas xistosas e hornfelsicas. As relações de contato, origem, idade e correlação citadas neste projeto são coerentes com as apresentadas por Souza et al (1975).

Braun e Ramgrab (1976) sugeriram os termos "Associação Rupuni, Maracá e Anuã" às rochas Pré-cambrianas inferior (?) a superior que são encontradas nos domínios do Projeto Roraima. A Associação Rupuni é composta, predominantemente, de rochas de alto grau metamórfico, sendo frequentemente os charnoquitos. A Associação Maracá é composta, geralmente, por migmatitos com tendências a composição granodiorítica. Subordinadamente à Associação Maracá existe o Complexo Parima que é composto de micaxistos. A Associação Anuã é formada, principalmente, de bio

tita hornblenda gnaisses, anfibolitos, hornblenda biotita gnaisses e silimanita gnaisses que podem passar localmente para granodioritos.

Soeiro et al (1977) afirmaram a predominância de gnaisses, migmatitos e secundariamente granitos anatéticos, na área próxima à Serra da Providência, se bem que devido a efeitos metamórficos, são originadas microbrechas e milonitos. Os mesmos autores citaram que o metamorfismo regional é do fácies anfibolito de Turner e Verhoogen.

Pontes Pinto et al (1977) constataram que os litotipos ocorrentes no Projeto Sudeste de Rondônia são os mesmos descritos por Souza et al (1975), excetuando-se os "stocks" dioríticos, de natureza comprovadamente intrusiva que cortam o Complexo Basal. Os mesmos autores citaram que as rochas do Complexo Basal sotopõem-se ao Grupo Uatumã em discordância eruptiva, sendo esta feição extensiva às rochas do Complexo Anorogênético Rondoniense e do Basalto Anari.

Neste trabalho adotar-se-á o termo Embasamento Cristalino para se referir às rochas polimetamórficas do Craton Guaporé. Esta unidade será considerada como sendo indivisa e consolidada no fim do Evento Transamazônico.

Fotogeologicamente esta unidade apresenta-se, no canal 5, com uma coloração escura e uniforme. Este fato é justificado pela existência de uma cobertura vegetal e homogênea. Como esta reflete muito pouco neste intervalo de comprimento de onda, é de se esperar esta tonalidade de escura nas imagens LANDSAT. A textura fotográfica é granular média e o relevo suavemente ondulado. A drenagem, neste canal, não foi muito bem observada.

No canal 7, o Embasamento Cristalino tem uma tonalidade fotográfica variando de cinza médio a claro, se bem que nos locais onde predominam os charnoquitos, esta se torna sensivelmente escura. A textura fotográfica é granular média, chegando, em alguns pontos, a áspera. A drenagem, tanto de pequeno como de grande porte, foi melhor observada no canal 7. Esta foi classificada como dendrítica média. O relevo obser

vado é suavemente ondulado, formando, eventualmente, elevações do tipo "pirocas", que são caracterizadas pela rala vegetação do tipo cerrado que é encontrada na sua parte superior.

Nas composições coloridas falsa cor são atribuídas aos canais 4, 5 e 7 as cores azul, verde e vermelho, respectivamente. Como as rochas formadoras do Embasamento Cristalino refletem muito pouco nos canais 4 e 5, e bastante nos canais 6 e 7, a composição resultante é avermelhada, pois os canais que mais refletem é o 7. Nestas composições coloridas o relevo torna-se bastante acentuado e a rede de drenagem muito bem individualizada.

### 3.1.2 - VULCÂNICAS ÁCIDAS

Silva et al (1974) adotaram a divisão feita pelo Projeto RADAMBRASIL, nas folhas Araguaia e Tocantins, do Grupo Uatumã, em três unidades: Formação Rio Fresco, Formação Sobreiro e Formação Iriri. Os mesmos autores citaram que datações realizadas em riolitos, pertencentes à Formação Iriri, revelaram idades variando entre 1.400 e 1.600 m.a.

Leal et al (1974) consideraram o Grupo Uatumã como sendo formado por duas unidades, correspondentes ao Pré-Cambriano Superior. A unidade inferior seria a Formação Iriri.

Lima (1976) propôs o termo "Unidade Pré-Cambriana (1)" para se referir aos microgranitos e quartzo-porfíros que foram mapeados nos domínios do Projeto Sulfetos de Abunã. Este autor considerou esta unidade como sendo mais antiga que o Evento Rondoniense e Formação Mutum-Paraná e é correlacionável, cronologicamente, ao magmatismo que deu origem ao Granito Velho Guilherme, devido a datações, realizadas pelo método do Rb/Sr, que revelaram idades variando entre 1.314 e 1.322  $\pm$  50 m.a.

Pontes Pinto et al (1977) adotaram o termo Grupo Uatumã, referindo-se aos riolitos, andesitos, traquitos, tufos e granitos que seriam localizados, estratigraficamente, entre a Formação Mutum Paraná



e o Complexo Basal. No rio Roosevelt, tufos vulcânicos forneceram idades variando entre  $1.327 \pm 227$  e  $1.552 \pm 50$  m.a. e as vulcânicas ácidas  $1.414 \pm 120$  e  $1.847 \pm 192$  m.a.

Soeiro et al (1977) dividiram o Grupo Uatumã em Vulcânicas Ácidas e Granito da Serra da Providência.

No Projeto Rondônia adotou-se o termo Vulcânicas Ácidas, proposto por Soeiro et al (1977), para se referir à unidade composta de riolitos, riodacitos e dacitos, que está estratigraficamente superior ao Embasamento Cristalino. Essa unidade foi colocada como sendo a mais antiga manifestação do Evento Paraense de Amaral (1974), situado entre 1.550 e 1.700 m.a. Este intervalo é coerente com as datações citadas por Silva et al (1974) e Pontes Pinto et al (1977).

As características fotogeológicas da unidade Efusivas Ácidas, no canal 5, são sacrificadas em virtude da escassez de tons de cinza, pelos mesmos motivos citados na seção anterior. Vê-se, contudo, que a tonalidade fotográfica é cinza escuro e o relevo suavemente ondulado.

No canal 7, a tonalidade fotográfica, desta unidade, é cinza claro e a textura fotográfica granular média. A topografia observada é ondulada e forma colina de médio porte. A rede de drenagem não foi muito bem caracterizada devido à pequena área de ocorrência desta unidade, porém pode-se afirmar que se trata de subdendrítica.

Nas composições coloridas falsa cor, as vulcânicas Ácidas apresentam tonalidade fotográfica avermelhada e textura granular média. A topografia é salientada, sendo mais realçadas as colinas existentes. A rede de drenagem não pôde ser observada com clareza, razão pela qual não foi classificada.

### 3.1.3 - FORMAÇÃO MUTUM-PARANÁ

Lobato et al (1966) citaram que, sotopondo-se aos gnais ses e migmatitos de Embasamento Cristalino, existem sedimentos quartzíticos e filitosos, aos quais denominaram de Formação Mutum-Paraná. Os filitos são cinzentos e muito micáceos, além de grafitosos. Na área típica desta formação, as rochas encontradas são bastante falhadas e foram afetadas por movimentações, o que não permitiu a avaliação de sua espessura, porém deve ser superior a 400 m.

Liberatore et al (1972) utilizaram o termo Grupo Beneficente, proposto por Almeida e Nogueira Filho (1959), para agrupar os quartzitos, arenitos epimetamórficos, siltitos e ardósias que estariam situados no Pré-Cambriano Superior. Os citados autores consideram o fato de que uma sequência vulcano-sedimentar, que recobre esta unidade não poderia ser mais recente que Eo-paleozóica. Por este motivo, Liberatore et al (1972) atribuíram ao Grupo Beneficente, idade Pré-Cambriana, superior.

Silva et al (1974) citaram que o Grupo Beneficente é composto de epimetamorfitos com padrões de dobramentos idiométricos. Devido à presença de leitos de hematita compacta e itabiritos, os mesmos estabeleceram um ambiente de deposição semelhante ao ocorrido no Grupo Grão Pará, além da similaridade do estilo tectônico. Esse grupo seria cortado por granitos associados ao magmatismo Irirí, cujas datações radiométricas revelaram idades de 1.500 m.a., fato este que fez com que Silva et al (1974) considerassem este grupo como Pré-Cambriano Médio.

Leal et al (1974) relataram a presença de metassedimentos de baixo grau metamórfico, constituídos, principalmente, de quartzitos e filitos dobrados e fraturados que assentam discordantemente sobre o Grupo Xingu e são correlacionáveis ao Grupo Beneficente, devido às semelhanças litológicas, grau metamórfico, estilo tectônico e continuidade física.

Padilha (1974) identificou uma faixa de dobramentos com direção geral EW, localizada nas proximidades dos rios Aripuanã e Juruena.

A este conjunto de rochas, o mesmo autor denominou de "PEI" correlacionando-o ao Grupo Beneficente, levando em conta as orientações estruturais, litologia e seu posicionamento estratigráfico, abaixo da Formação Dardanelos. Padilha (1974) sugeriu, ainda, a denominação "Faixa de Dobramento Alto Aripuanã", colocando a mesma sobre o Craton Guaporé.

Souza et al (1975) forneceram, a Formação Mutum-Paraná, natureza vulcano-sedimentar, devido à existência de camadas de tufitos intercalados. A ocorrência de metavulcânicas relacionadas aos quartzitos foi observada em Marechal Rondon, mas devido à sua pequena extensão territorial, não foi compatível com a escala de mapeamento regional e foi considerada como um testemunho. Souza et al (1975) afirmaram ainda que os quartzitos e filitos desta unidade não são produtos de um metamorfismo regional progressivo, característico de faixas orogênicas, e sim de fenômenos estritamente dinâmicos e localizados. Estes autores admitiram que existia uma relação co-magmática granito-efusivas ácidas, que fornecem a Formação Mutum-Paraná, idade mais antiga que o evento magmático ácido. Os mesmos autores consideraram prematura a correlação entre esta formação e a Série Minas, devido aos seguintes argumentos:

- 1) A Formação Mutum-Paraná seria uma cobertura sedimentar de plataforma afetada unicamente por uma tectônica vertical e não foi observada nenhuma camada itabirítica que correspondesse à intermediária da Série Minas;
- 2) Não existe nenhuma contribuição vulcânica básica submarina nessa Formação.

Lima (1976) dividiu os sedimentos da Formação Mutum-Paraná em dois domínios. O primeiro denominado de Bom Futuro-São Lourenço, que ocorre entre as duas localidades homônimas e é cortado por rochas magmáticas e de segundo, que foi denominado de Candoblê, localiza-se numa faixa que se estende desde as margens do Rio Madeira até as serranias de Candoblê. Os derrames que caracterizam o Complexo São Lourenço parecem afetar os metassedimentos do Domínio Bom Futuro-São Lourenço. Próximo à falha de Três Irmãos, foi datado um corpo básico que afeta esta unidade, re

velando idade K/Ar de 1.266 m.a.

Soeiro et al (1977) descreveram a unidade (PEI) como sendo, composta, predominantemente, de quartzitos micáceos xistosos brancos a rosa claros, localmente intercalados por delgadas camadas de filitos cinza claro e biotita-xistos lepidoblásticos. Este pacote foi correlacionado aos metassedimentos descritos por Almeida e Nogueira Filho (1959). A associação mineralógica do PEI sugere um fácies xistos verdes, para metamorfismo regional, contendo variedades no subfácies quartzo-muscovita-clorita e quartzo-albita-epidoto-biotita de Turner e Verhoogen.

Pontes Pinto et al (1977) afirmaram que esta formação repousa discordantemente sobre o Complexo Basal e sobre os vulcanitos do Grupo Uatumã, devido à existência de um metaconglomerado basal contendo seixos de vulcânicas. Esta unidade apresenta-se formando uma sequência que se inicia por metarenitos, metarenitos feldspáticos e metarcósios, ocorrendo descontinuamente níveis conglomeráticos. Os mesmos autores forneceram, a esta formação, origem flúvio-lacustre sendo depositada em ambiente continental e colocando-a entre o magmatismo Uatumã (1.350 a 1.850 m.a.) e o Evento Rondoniense (1.000 ± 45 m.a.), além de correlacioná-la ao Grupo Beneficente, mesmo reconhecendo que neste, não foi citada a presença de piroclásticos.

Neste trabalho adotar-se-á o termo Formação Mutum-Paraná, proposto por Lobato et al (1966) referindo-se aos quartzitos e filitos pertencentes a esta unidade vulcano-sedimentar.

As metavulcânicas associadas a esta formação seriam pertencentes à unidade Efusivas Ácidas, sendo originárias durante o Evento Paraense, concordando com as datações citadas por Lima (1976) e com a idéia de Pontes Pinto et al (1977) que situam esta formação entre os vulcanitos do Grupo Uatuma e o Evento Rondoniense, correlacionando-o ao Grupo Beneficente.

A Formação Mutum-Paraná apresenta-se no canal 5, com uma tonalidade fotográfica variando de cinza médio a escuro, e uma textura fotográfica granular média. A topografia observada é pouco acidentada, notando-se apenas poucas elevações de pequena expressão. Neste canal, a rede hidrográfica só pode ser traçada quando da existência de rios de porte médio ou grande.

No canal 7, esta unidade tem uma tonalidade fotográfica cinza claro e textura granular média. A rede de drenagem é subdentrítica grosseira e a topografia ondulada, formando elevações isoladas.

Nas composições coloridas falsa-cor, os sedimentos da Formação Mutum-Paraná têm uma tonalidade bastante azulada, fato este que lhe é bastante peculiar. A textura fotográfica é, em alguns pontos, muito lisa e em outros mais ásperas. A drenagem é subdendrítica e a topografia ondulada.

#### 3.1.4 - FORMAÇÃO PALMEIRAL

Lobato et al (1966) propuseram o termo "Formação Palmeiral" para os arcósios correlacionáveis aos Arcósios de Castro e que tem uma espessura superior a 400 metros. Esse arcósio é avermelhado, conglomerático e contém bastante sericita, muscovita e biotita. Esta unidade foi considerada como sendo mais recente que os granitos anorogênicos.

Leal et al (1974) adotaram o termo Formação Prosperança para se referir aos arenitos arcoseanos, arenitos ortoquartzíticos, siltitos micáceos, folhelhos e argilitos claros, que constituem uma cobertura de plataforma Pré-cambriana e que foi mapeada em outras regiões da Amazônia. Estudos paleontológicos, realizados em algas primárias, coletadas no Igarapé Preto, revelaram idade compreendida entre o Pré-Cambriano Superior e o Eo-Paleozóico. Esta formação estaria sobreposta aos granitos subvulcânicos, havendo entre si, uma superfície de discordância erosiva.

Souza et al (1975) consideraram como sendo Formação Palmeiral, os sedimentos da Serra dos Pacaas Novos, que segundo Lobato et al (1966) seriam pertencentes à Formação Parecis. O contato desse pacote sedimentar com o Complexo Basal é comumente feito por falhas e fraturas de direção geral NW-SE. A formação Palmeiral é composta de arcóseos, arcóseos conglomeráticos e conglomerados. Os arcóseos conglomeráticos ocorrem em lentes dentro dos arcóseos e conglomerados sendo, portanto, considerados como um termo transicional. Os conglomerados são petromíticos, de cor avermelhada, contendo seixos de quartzo leitoso, quartzito, siltito e pimetamórfico, riolito e dacito. Este conglomerado geralmente ocorre na base da sequência sedimentar.

Lima (1976) discordou do posicionamento estratigráfico proposto por Souza et al (1975) e considerou a Formação Palmeiral mais antiga que o Evento Rondoniense. O contato entre esta formação e a Mutum - Paranã trata-se, provavelmente, de uma inconformidade e por falhas com outras unidade.

Pontes Pinto et al (1977) classificaram como pertencentes à Formação Palmeiral, os arcóseos e arcóseos conglomeráticos de coloração avermelhada, que devido a processos de intemperismo, tendem a creme. Estas rochas exibem, frequentemente, estratificação cruzada planar de grande porte e têm espessura de 250 metros. Os arcóseos desta unidade apresentam-se perturbados, quando situados próximos ao contato com as rochas do Complexo Basal. Os mesmos autores concordaram com Souza et al (1975), no que se refere à origem da deposição desta formação, relacionada com grabens, pelo fato da existência desta perturbação tectônica próxima à borda da bacia. No Projeto Sudeste de Rondônia, esta unidade é colocada como sendo anterior aos granitos anorogênicos. Os seixos de vulcânicas ácidas, encontrados nos níveis conglomeráticos destes arcóseos, teriam sido originários da Formação Uatumã e não dos granitos jovens.

No Projeto Rondônia, a Formação Palmeiral foi situada no Pré-Cambriano Superior, encerrando o Evento Paraense, sendo, portanto, mais jovem que o Evento Madeirense. Os seixos de vulcânicas encontrados nos seus conglomerados seriam associados, conseqüentemente, às Efusivas Áci

cidas.

A Formação Palmeiral apresenta-se, no canal 5, com uma tonalidade fotográfica variando de cinza médio a escuro e textura fotográfica granular média ou grosseira. A topografia é pouco movimentada e a rede de drenagem subdendrítica, se bem que na Serra dos Pacaas Novos, esta é sensivelmente controlada por um sistema de fraturas NE ou SW.

No canal 7, a tonalidade fotográfica é cinza claro e a textura fotográfica mais grosseira que no canal 5. A rede de drenagem é subdendrítica, quando não controlada pelas estruturas observáveis na Serra dos Pacaas Novos. Uma característica desta formação, que é mais evidente neste canal, é o fato do topo de suas elevações serem bem aplainadas, chegando, em alguns pontos, a assemelhar-se a mesetas.

Nas composições coloridas, a tonalidade fotográfica é vermelho-azulada, a textura fotográfica de granular a grosseira, o relevo acidentado e a drenagem subdendrítica, salvo na Serra dos Pacaas Novos.

### 3.1.5 - GRANITO SERRA DA PROVIDÊNCIA

Leal et al (1976) registraram a presença de novos corpos intrusivos na porção sudeste da Folha SC.20 Porto Velho. Estes afetariam o Complexo Xingu e os metassedimentos do Grupo Beneficente. Sua idade convencional Rb/Sr, em rocha total, é 1.500 m.a.

Soeiro et al (1977) adotaram o termo "Granito Serra da Providência", proposto por Leal et al (1976), correlacionando-o "Granito Surucucú" (1.300 - 1.530) de Dall'AgnoI (1975). Esta associação granítica contém um corpo ácido intrusivo que reúne rochas graníticas com ou sem estrutura rapakivi e tendo idades convencionais Rb/Sr variando entre 1.150 e 1.500 m.a. Os granitos foram datados revelando idade de 1.400 e 1.500 m.a., para as variedades mais antigas; 1.200 e 1.300 m.a., para os classificados como porfiríticos e granofíricos; e os granitos gráficas apresentando idade variando em termo de 1.150 m.a.. Foram propostas ida

des variando entre 1,200 a 1,500 m.a. para o Granito Serra da Providência, que seria correlacionado ao Ciclo Parquazense,

No Projeto Rondônia, o Granito da Serra da Providência é considerado como sendo o único representante do Evento Madeirense, na área em estudo, e é correlacionável aos granitos Velho Guilherme e Surucucu. As idades convencionais Rb/Sr citadas por Soeiro et al (1977), variando entre 1.150 e 1.500 m.a. concordam com esta idéia, pois são mais recentes que os limites do Evento Paraense e mais jovens que os do Rondoniense.

No canal 5, o Granito da Serra da Providência tem tonalidade fotográfica cinza escuro, textura fotográfica granular grosseira heterogênea e forma um relevo bastante ondulado, destacando-se cristas onduladas. O traçado da rede de drenagem, neste canal, é muito sacrificado.

No canal 7, esta unidade tem tonalidade fotográfica variando de cinza médio a claro. A textura fotográfica é granular grosseira e o relevo resultante fortemente ondulado, realçando-se uma série de elevações de pequeno porte. A drenagem não é muito bem individualizada, prevalecendo o aspecto subdentrítico que, por vezes, é modificado por influências das juntas e falhas existentes em decorrência do caráter intrusivo desta unidade.

Esta unidade apresenta-se, nas imagens coloridas falsa cor, com tonalidade vermelho escuro em decorrência de sua alta resposta no canal 7 e baixa nos canais 4 e 5. Sua textura fotográfica é granular grosseira e o relevo é mais salientado que no canal 7. A rede de drenagem, como observado no canal 5, não é bem caracterizada.

### 3.1.6 - GRANITO ANOROGENÉTICO RONDONIENSE

Lobato et al (1966) afirmaram que depois de cessada a sedimentação da Formação Palmeiral, houve o aparecimento de um magmatismo ácido de grande duração, que afetou todas as rochas pré-existentes.



Kloosterman (1966) classificou o Complexo São Lourenço como sendo um corpo intrusivo numa sequência sedimentar e composto de feldspato pórfitos, riolito pórfitos, hornblenda granito pórfito e várias espécies de biotita granitos. As rochas vulcânicas encontradas são associadas com feldspato pórfitos e riolito pórfitos, fato este que justificou a denominação de plutonovulcânico e não simplesmente subvulcânico. Este complexo foi ainda associado aos granitos jovens da província nigeriana e uma tentativa histórica para sua origem foi proposta. Inicialmente, houve um começo basáltico de pequena importância volumétrica, que seria seguida por uma fase riolítica estrusiva. Posteriormente, deu-se o surgimento de um caldeirão de subsidência contendo diques circulares de hornblenda granito pórfito. Outra etapa seria a intrusão de vários outros granitos dentro dos diques circulares e, posteriormente, o abaixamento do caldeirão que carrearia as rochas de subsuperfície e superfície. Finalizando, haveria o jazimento de um enorme biotita granito.

Ainda segundo Kloosterman (1966), as mineralizações mais ricas em estanho estão associadas às intrusões dos diferentes tipos de biotita granitos, enquanto que as mais pobres são fase final. Este vulcanismo é típico de espessas e tranquilas áreas diálicas.

Kloosterman (1967) concluiu que existe uma província de granitos subvulcânicos no Território Federal de Rondônia, tendo no mínimo vinte pequenas intrusões ou complexos. Estas arranjadas na direção Norte-Sul.

O referido autor observou ainda que à medida que estes corpos se afastam da margem do escudo brasileiro, apresentam diferenças provocadas pelas variações dos níveis estruturais. Próximo da margem existe o Complexo São Lourenço que é do tipo nigeriano. No Complexo Massagana/São Domingos, distante aproximadamente 150 Km da referida margem, a erosão arrasou o nível basal da parte subvulcânica, a ponto de aflorar o teto da massa plutônica. No complexo Candeias, distante mais de 200 Km adentro do escudo, observa-se o teto vulcânico contendo no centro um pluton. No Complexo Jacundã foi feita uma datação num biotita alcali-granito

que revelou idade de  $940 \pm 20$  m.a., porém, devido ao fato deste complexo não ser bem exposto e caracterizado, qualquer conclusão a partir deste dado pode ser precipitada.

Kloosterman (1968) descreveu vários complexos graníticos, citando suas principais características, tais como forma, litotipos e aspectos de cada um. Dentre estes, foram descritos Juricaba, Pão-de-Açúcar, Santa Bárbara, Caritianas, São Carlos, Ariqueles, Jacundã, Buriti, Pedra Branca, Oriente Velho, Santa Barbara, Queimada, Vera Cruz, Primavera, Massangana e São Domingos. Estes foram classificados em ricos e extensos, ricos e limitados e pobres e limitados, todos correlacionáveis aos granitos da Província Nigeriana, levando-se em conta as semelhanças estruturais e petrográficas.

Conforme Kloosterman (1968) o Complexo Massangana tem forma de "8", correspondendo a duas intrusões. A intrusão mais a oeste trata-se de um corpo plutônico de 22 Km de diâmetro, composto de biotita granito de granulação grosseira. No centro deste, existe um complexo anelar de 11 Km de diâmetro que é formado por um biotita granito de granulação variando de média a grosseira, contendo, no seu interior, um corpo de 4,5 x 6,0 Km e composto de um hornblenda microgranito. O Complexo São Domingos tem forma arredondada com 5 Km de diâmetro e contém, no mínimo, três corpos concêntricos de biotita granito diferentes. As mineralizações de estanho estão associadas a uma grande área dentro do complexo anelar de Massangana, nas áreas marginais do Complexo São Domingos e entre ambas. No Complexo São Domingos, as mineralizações estão associadas a pegmatitos periféricos e não a gnaissens.

Priem et al (1971) realizaram datações K/Ar em oito amostras de granito que revelaram uma isócrona de  $977 \pm$  m.a., com uma razão inicial de  $0.718 \pm 0,008$ . Esta unidade está localizada no período "Grenville" que é limitado pelo intervalo de 880 a 1.000 m.a., segundo Gary et al (1972).

Priem et al (1971) associaram as mineralizações de esta  
nho ao magmatismo, representado por estes granitos, que devido ã suas re  
lações estruturais e de composição química foram classificados como de  
natureza anorogenética.

Waghorn (1974) considerou os complexos graníticos cir  
culares como sendo mais jovens que a Formação Parecis e tendo como limi  
te inferior  $920 \pm 20$  m.a.. Para este autor, as mineralizações estão as  
sociadas a graissens, havendo, contudo exceção dos corpos do alto Can  
deias e Massagana. As associações de rochas vulcânicas e plutônicas e  
a ocorrência de ácidas e básicas relacionadas a este complexo, fornece  
ram, ao mesmo, características vulcano-plutônicas.

Amaral (1974) relacionou a origem dos granitos circuns  
critos de Rondônia ao Evento Rondoniense, ocorrido entre 900 a 1.050m.a.  
sendo posterior ao Evento Madeirense.

Leal et al (1974) situaram os granitos subvulcânicos den  
tro do Grupo Uatumã, definindo-os como sendo granitos e granodioritos de  
tendência alasquítica, geralmente circulares, cratogênicos, localmente  
biotíticos e contendo, como acessórios, fluorita e zircão. Estas intru  
sões proporcionaram a ocorrência de veios de gnaissens mineralizados em  
topázio e cassiterita constituindo "stockworks" nos corpos graníticos.

A designação "Granito Teles Pires", proposta por Silva  
et al (1974), refere-se aos granitos que apresentam estruturas anelares,  
tendência alasquítica, tipicamente cratogênicos condicionados às lavas  
ácidas da Formação Irirí. Estes granitos, localizados a Sudeste de Ca  
chimbo e na estrada Cuiabá-Cachimbo, foram datados e revelaram idade Rb/  
Sr de 1.500 m.a.

Kloosterman (1975) relatou a presença de fenacita e nige  
rita, minerais pegmatíticos, encontrados em veios de quartzo na região  
do alto Candeias. A ausência de topázio e a presença destes minerais le  
va-se a concluir que este complexo foi debastado por um nível estrutural  
dos mais fundos, quando relacionado a outros complexos da província es

tanífera.

Souza et al (1975) propuseram o termo "Complexo Magmático Anotogenético" com a finalidade de englobar a associação de litotipos infracrustais magmáticos juvenis, que intrusionaram rochas do Complexo Basal, especialmente os granitos anatóticos. Dentre estes complexos foram mapeados Ariquemes, São Carlos, Emburana, Caritianas, Santa Bárbara, Rio das Garças, São Domingos, Macisa, Cerumbas, Abunã, Alto Candeias, Massangana e São Domingos, sendo os três últimos os mais importantes devido às grandes reservas e extensões dos mesmos.

Souza et al (1975) situaram, estratigraficamente, os granitos anorogenéticos sobre os sedimentos da Formação Mutum-Paraná e abaixo da Formação Palmeiral.

Lima (1976) sugeriu o termo "Unidade Pré-Cambriana 2 - Complexo Anorogenético", para se referir à associação de rochas plutônicas que é representada, principalmente, por granitos jovens e secundariamente por riolitos, riodacitos, gabros e diabásios. Este vulcanismo seria subsequente aos granitos devido às suas associações com falhamentos, que acontecem na fase final das intrusões anorogenéticas. Os granitos são geralmente granulares ou porfiróides, sendo mais raros os granitos porfíricos e porfiritícos. Vinculados a estes granitos existem gnaiss. O mesmo autor situou este magmatismo entre 900 e 1.000 m.a., tendo afetado rochas desde o Embasamento Cristalino até os sedimentos da Formação Palmeiral. Estes granitos seriam ainda mais jovens que os granitos estaníferos de Roraima (Surucucu), Amazonas (Abonari) e Pará (Velho Guilherme), além de apresentarem características petrográficas diferentes, embora todos sejam anorogenéticos.

Pontes Pinto et al (1977) propuseram o termo "Complexo Anorogenético Rondoniense", que engloba um conjunto de rochas intrusivas anorogenéticas, que tiveram suas origens associadas ao Evento Rondoniense, independentemente de sua natureza composicional. Este complexo é composto de rochas variando desde ácidas até ultrabásicas. Adotando o critério de expressão areal e variação petrográfica, esses autores identificaram o Complexo Básico Ultrabásico de Cocal, Complexo Diorítico de Mequens, Com

plexo Norítico de Colorado, Complexo Granítico de Rio Noyo, Complexo Diorítico de Novo Mundo e Complexo Diorítico de Omerê. Todos estes corpos foram associados ao Evento Rondoniense. Datações efetuadas no projeto Sudeste de Rondônia indicaram idades variando em torno de 1.000 m.a., com provando desta feita a ativação tectônica do craton, resultante da ativação magmática associada ao citado evento.

Souza et al (apud Pontes Pinto et al, 1977), afirmaram que os granitos desta unidade são mais jovens que a Formação Palmeiral, devido as evidências dos mesmos terem sido intrudidos nos sedimentos formadores da Serra dos Pacaas Novos.

Façanha (1977) fornecem as jazidas primárias de cassite rita do Território Federal de Rondônia, origem associada ao topo ou as proximidades de batólitos graníticos, sob a forma de veios pneumatóliticos ou graisens. Foi determinado, pelo mesmo autor um batólito que teve sua idade determinada pelo método da dispersão da birrefringência, utilizando-se a albita. O resultado deste datação revelou uma idade de 524,8 m.a.. Isto fez com que este situasse as mineralizações estaníferas no Pré-Cambriano e provavelmente no Pós-Itacolomi (750 m.a.).

Soeiro et al (1977) associaram o granito da Serra da Providência às vulcânicas do Grupo Uatumã. Este granito pode apresentar frequentes intercrescimentos micrográficos quartzo-feldspáticos, características rapakivi, presença de fluorita e contatos transicionais com vulcânicas representando um fácies mais grosseira de jazimento plutônico hipoabissal do referido evento.

O magmatismo ácido, responsável pela intrusão dos granitos anorogênicos de Rondônia, faz parte do Evento Rondoniense, compreenvido entre 900 a 1.150 m.a.. Datações realizadas por Priem et al (1971), Waghorn (1974) e Pontes Pinto et al (1977), forneceram a este evento, um intervalo de 900 a 1.000 m.a., o que é coerente com o proposto por Amaral (1974).

Durante o Projeto Rondônia, na fotointerpretação visual, mais de vinte corpos graníticos, foram individualizados alguns sem denominação, o que não necessariamente significam novas descobertas, mas sim o fato de não se ter encontrado toponímias referentes aos mesmos (Figura III.1). Observou-se, ainda, algumas estruturas circulares em rochas sem características graníticas, o que sugere verificações de campo.

Os granitos são muito bem individualizados nas imagens LANDSAT, devido às suas características fotointerpretativas. No canal 5, estes apresentam uma tonalidade cinza médio a claro, textura granular grossa e relevo ondulado, que em alguns casos, formam "pirocas". Contudo, sua principal característica, neste canal, é sua tonalidade mais clara que as rochas encaixantes.

No canal 7, a tonalidade fotográfica é cinza médio ou escuro, fato este que também lhe é bastante peculiar. A textura fotográfica é granular média e o relevo ondulado. Além destas características, outra particularidade é a forma arredondada destes corpos intrusivos. Nas composições coloridas falsacor, a tonalidade fotográfica é azulada devido às maiores respostas nos canais 4 e 5, em relação ao canal 7. A textura fotográfica é granular e o relevo formando as regionalmente conhecidas "pirocas".

Particularmente no Complexo Granítico Massangana, constatou-se que os granitos de granulação fina, média e grosseira apresentam tonalidades fotográficas diferentes quando observados nos canais 4, 5 e 7. Estas divergências tonais, associadas às feições lineares curvilíneas, foram os principais fatores adotados na individualização destes granitos. (Fig. III.2).

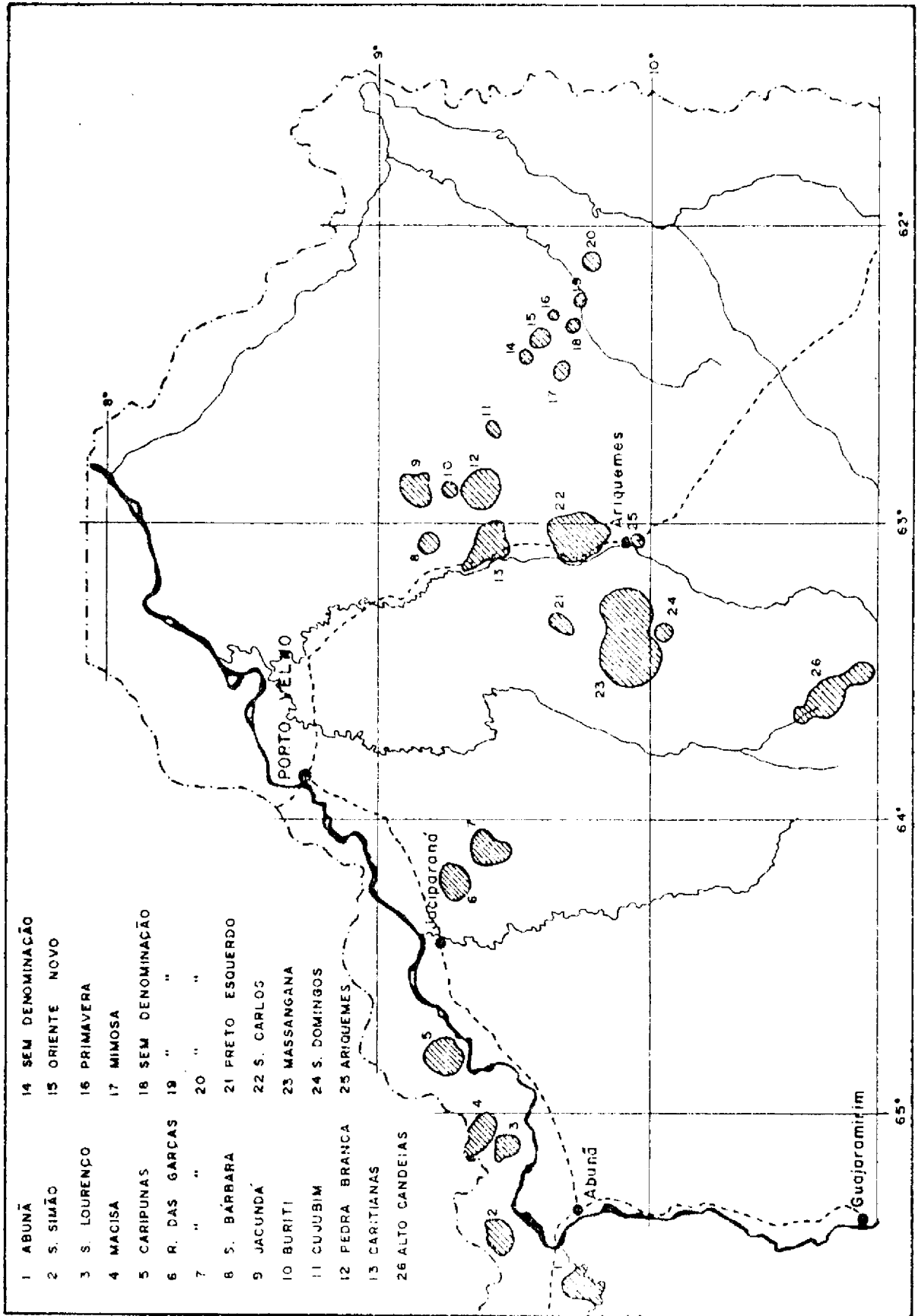


Fig. III.I - Granitos anorogênicos de Rondônia.

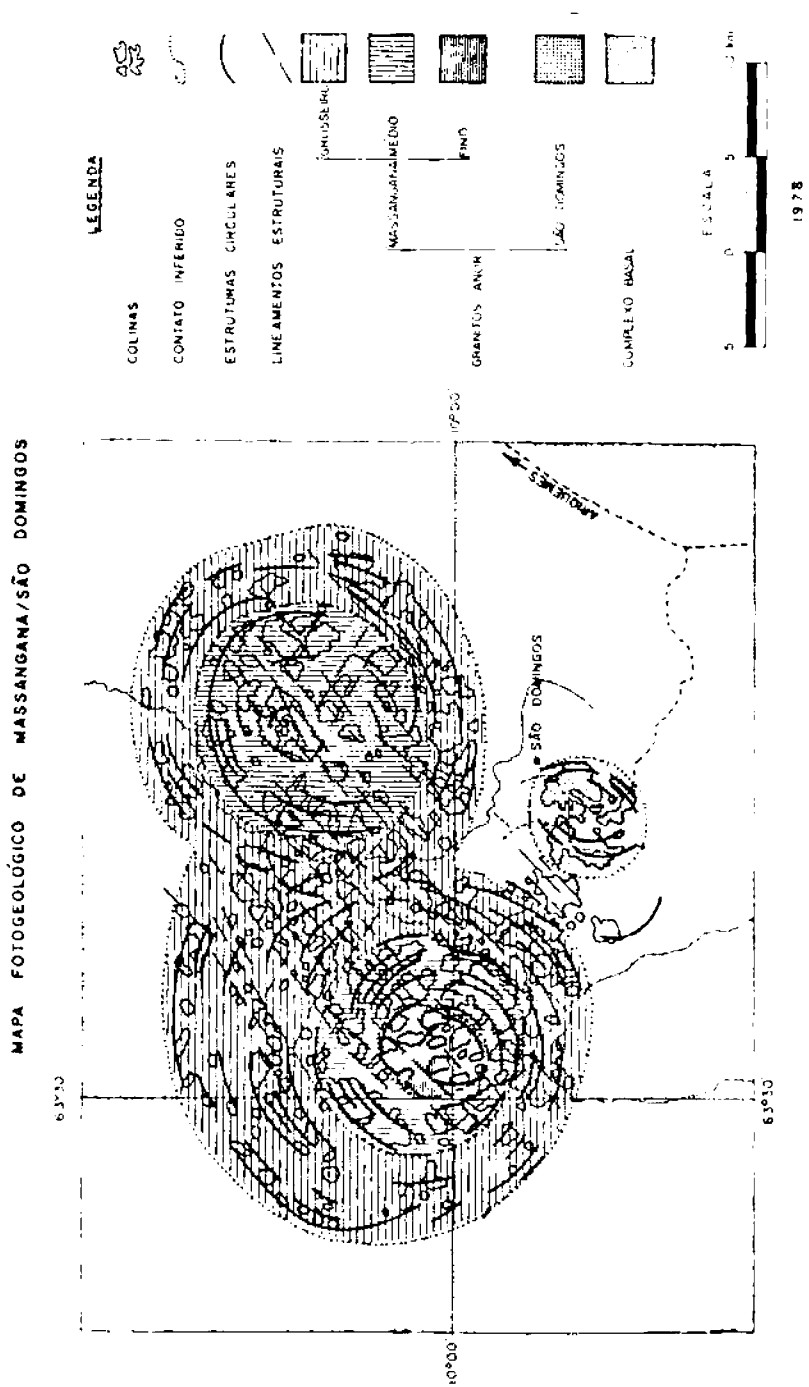


Fig. III.2 - Mapa Fotogeológico de Massangana/São Domingos



### 3.1.7 - VULCÂNICAS BÁSICAS EPIMETAMÓRFICAS

Liberatore et al (1972) reuniram na unidade "Vulcânicas Básicas Epimetamórficas", diques de diabásio e de basalto de baixo grau metamórfico que cortam rochas do Embasamento Cristalino e as Efusivas Ácidas, não afetando o Grupo Beneficente. Isto fez com que esta unidade fosse considerada com pré-Beneficente e pós-Efusivas Ácidas.

Figueiredo e Olivatti (1974) adotaram o termo "Intrusivas de Rio Branco" para as rochas básicas (diabásio) e ácidas (riodacito) que estariam situadas no Pré-Cambriano Superior e seriam correlacionadas aos derrames ácido-básicos do norte do Mato Grosso e sul do Paraná.

Souza et al (1975) englobaram os representantes básicos na unidade "Rochas Básicas Ultralitizadas". Sua maior ocorrência foi verificada na borda nordeste da Serra dos Pacaas Novos. Datações realizadas revelaram idades Rb/Sr de  $992 \pm 28$  m.a., contudo, pelo fato de cortarem o Complexo Granítico de São Lourenço, datado em 940 m.a., Souza et al (1975) acreditam que este vulcanismo básico seja mais recente.

Lima (1976) referiu-se às rochas grabóides ou diabásicas como sendo pertencentes ao mais novo evento magmático, localizado nas proximidades do Complexo São Lourenço. Estas rochas formam diques e "sills" que cortam as formações Palmeiral e Mutum-Paraná, além das eruptivas mais antigas. Foi encontrado, à montante do Igarapé Saubão, um xenólito de granito intrusivo dentro destas rochas básicas.

Soeiro et al (1977) citaram a presença de rochas básicas que seriam relacionadas à fase final do ciclo Uatumã, mas que existe a hipótese destas serem associadas ao Evento Rondoniense.

Neste trabalho adotou-se o termo proposto por Liberatore et al (1972), para se referir aos basaltos e diabásicos que cortam os granitos anorogênicos e fazem parte do final do magmatismo caracterizante do Evento Rondoniense de Amaral (1974). A datação realizada no Projeto

Noroeste de Rondônia confirma o posicionamento desta unidade no Pré-Cambriano Superior.

No canal 5, esta unidade tem uma tonalidade fotográfica cinza médio, textura fotográfica lisa muito homogênea e forma um relevo ondulado. A drenagem observada é do tipo radial centrífuga.

No canal 7, as características desta unidade consistem de tonalidade fotográfica variando de cinza médio a cinza claro e uma textura fotográfica levemente áspera. A drenagem observada é a mesma do canal 5.

Nas composições coloridas falsa cor, a unidade Vulcânica Básica Epimetamórficas tem uma tonalidade fotográfica vermelho claro que lhe é bastante característica. A textura fotográfica é lisa ou levemente áspera e o relevo ondulado.

### 3.1.8 - TERCIÁRIO QUATERNÁRIO DETRÍTICO LATERÍTICO

Souza et al (1975) citaram que esta unidade é distribuída aleatoriamente em toda área do Projeto Noroeste de Rondônia, formando, em alguns pontos, crostas lateríticas. Estas lateritas geralmente são vermelhas ou arroxeadas, tendo estrutura que varia de planar e ondular até vesicular, granulação fina e a elevado grau de compactação. Não foi possível associar estas lateritas aos diversos tipos geológicos existentes. Foram encontrados, nesta unidade, arenitos ferruginosos de granulação fina, bastante compactos e de coloração variando de vermelho pálido a roxo. Estes, geralmente ocorrem associados às crostas lateríticas.

Lima (1976) dividiu as lateritas desta unidade em "terra firme" e "várzea". As primeiras se caracterizam pela forma de leitos, textura cavernosa, homogênea e não possuem níveis ferruginosos distintos. As lateritas de várzea são inundadas periodicamente, sofrendo, consequentemente, efeitos de variação do nível d'água, o que provoca a formação de leitos ferruginosos, compactos e mais resistentes, sugerindo, desta

feita, uma pseudo-estratificação. Intercaladas a estes leitos, ocorrem lateritas cavernosas contínuas, de coloração amarelo e vermelho arroxeados. Nesta unidade, foram observados arenitos avermelhados e marrons, contendo pequenos níveis ferruginosos, compostos de grãos de quartzo subarredondados, mergulhados numa matriz de hidróxido de ferro.

Pontes Pinto et al (1977) mapearam esta unidade na folha Vilhena, ocupando as partes mais altas da Chapada dos Parecis. Na BR-364 (Km 655), esta apresenta-se formando, da base para o topo, o seguinte perfil: solo arenoso, proveniente da Formação Parecis, que passa a um horizonte mosqueado argilo-arenoso e argiloso, contendo grãos de quartzo dispersos num cimento ferruginoso possuindo concreções limoníticas, além de pisólitos ferruginosos que aumentam de tamanho e número até formarem uma crosta laterítica coberta por um solo areno-argiloso úmido.

Neste trabalho adotou-se o termo Terciário Quaternário Detritico Laterítico, proposto por Souza et al (1975), devido à utilização generalizada deste nos outros projetos desenvolvidos posteriormente no Território Federal de Rondônia.

No canal 5, esta unidade tem tonalidade fotográfica variando de cinza médio a cinza escuro e textura fotográfica mosqueada. O relevo é plano e está situado em nível topográfico nitidamente inferior, quando comparado com as unidades adjacentes.

No canal 7, o Terciário Quaternário Detritico Laterítico apresenta uma tonalidade fotográfica variando de cinza médio a claro, textura mosqueada e relevo suavemente ondulado. Nas composições coloridas, esta unidade não é muito bem caracterizada, a não ser por sua mosqueada.

### 3.1.9 - QUATERNÁRIO

Souza et al (1975) consideraram como pertencentes a esta unidade aluviões ou coluviões friáveis que ocorrem como recentes ou nas calhas e planícies de inundação dos rios. Geralmente estas

são inconsolidadas, embora raramente apresentem diagênese muito incipiente,

Lima (1976) descreveu as aluviões que ocorrem, preferencialmente, ocupando a rede de drenagem e podem aparecer nas planícies de inundação. Estes depósitos podem atingir, próximo ao rio Madeira, vários metros de espessura, sendo compostos predominantemente de areia fina, silte e argila. Os depósitos associados a rios menores têm suas composições intimamente ligadas às variedades litológicas situadas a montante, sendo compostas, geralmente, de areias grossas e finas, siltes e argilas. Esta unidade tem importância econômica pelo fato de conterem, em alguns pontos, elevados teores de cassiterita.

Pontes Pinto et al (1977) observaram, esta unidade, em diversos rios existentes nos domínios do Projeto Sudeste de Rondônia, só que em extensões não mapeáveis. Contudo, na bacia do rio Guaporé, estes chegaram a dividi-la em dois níveis distintos: Inferior Antigo e Superior Recente. O nível inferior compreende as aluviões antigas da planície não inundável do rio Guaporé e seus afluentes, sendo constituído de clásticos arenosos e argilo-arenosos inconsolidados, sem estratificação, contendo diagênese incipiente, parcialmente laterizados com estruturas cavernosas e níveis conglomeráticos. O nível superior abrange a planície de inundação do rio Guaporé, constituindo-se de sedimentos aluvionares recentes, inconsolidados, composição areno-argilosa, sem estratificação e de coloração e de coloração variando de amarela a cinza claro.

Esta unidade, apresenta, no canal 5, tonalidade fotográfica cinza escuro e textura muito lisa, o que lhe confere característica inconfundível.

No canal 7, sua tonalidade fotográfica é um pouco mais clara que a das unidades adjacentes e apresenta uma textura que varia de muito lisa a foliada. Uma característica que lhe é muito peculiar é o fato de estar sempre em nível topográfico inferior, além de estar sempre disposta coincidentemente nas calhas dos rios de médio e grande porte.

### 3.2 - TECTÔNICA E GEOLOGIA ESTRUTURAL

Após concluídas as interpretações fotogeológicas, foi proposta uma coluna estatigráfica (Tabela III.2) que compatibilizasse a quase totalidade dos dados referidos nos trabalhos realizados por outros autores. (Tabela III.1).

Segundo Almeida (1969), a área estudada compreende parte do Craton Guaporé e parte da Bacia Amazônica.

Amaral (1974) propõe que os eventos Paraense, Madeirense e Rondoniense que afetaram a Plataforma Amazônica, consolidada, quase que totalmente, após o episódio magmático-metamórfico que assinalou o fim do Trasamazônico (Tabela III.3).

Segundo este autor, o Evento Paraense teve seu início fixado em pelo menos 100 m.a. após o encerramento do Trasamazônico. Esse teria iniciado com um magmatismo granítico a granodiorítico que foi datado em 1700 m.a. Findo este magmatismo, houve um período de sedimentação que é representado pela Formação Rio Fresco. Ainda dentro do Paraense, existiu um grande vulcanismo ácido a intermediário que foi caracterizado por derrames de riolitos, riolacitos e andesitos. Estes são representados, no Território Federal de Rondônia, pelas Vulcânicas Ácidas que segundo Pontes Pinto et al (1977) foram datadas em  $1.327 \pm 227$  m.a.,  $1.552 \pm 227$  m.a.,  $1.552 \pm 50$  m.a.,  $1.414 \pm 120$  m.a. e  $1.847 \pm 192$  m.a.. As últimas manifestações vulcânicas ácidas a intermediárias foram coincidentes com o início de grandes sedimentações que foram responsáveis pela origem das formações Mutum-Paraná e Palmeiral. A formação Mutum-Paraná é cortada por um corpo básico que foi datado em 1.266 m.a. (Lima, 1976). Este evento foi concluído com um magmatismo básico que não é representado na área estudada.

TABELA III.3

IDADE DOS EVENTOS TERMOTECTÔNICOS

CAMBRIANO		BRASILIANO	500
PRÉ - CAMBRIANO	SUPERIOR		600
		RONDONIENSE	900
			1.050
		MADEIRENSE	1.250
			1.400
		PARAENSE	1.550
	MÉDIO		1.700
			1.800
		TRANSAMAZÔNICO	2.200
	INFERIOR		2.500
		GUIANENSE	2.700
			3.000
GURIENSE		3.400	
		4.600	

- As unidades indicadas correspondem a milhões de anos.

Concluído o Evento Paraense, Houve um período de 150 m.a. de estabilidade que precedeu o Evento Madeirense. Este foi caracterizado por magmatismo e deformações que agiram sobre as coberturas vulcano-sedimentares da amazônia ocidental. O mesmo é representado, na área, pelo Granito da Serra da Providência que segundo datações feitas por Santos et al (apud Leal et al (1976), variam entre 1.200 e 1.500 m.a., o que concorda, em parte, com a idéia proposta por Amaral (1974). O Evento Madeirense foi encerrado por uma sedimentação não representada no Território Federal de Rondônia. Após este, houve um período de estabilização que durou aproximadamente 200 m.a.

Após este período de estabilidade, teve início o Evento Rondoniense, que foi responsável pela intrusão dos granitos circunscritos pertencentes a Província Estanífera de Rondônia. Datações realizadas por Priem et al (1971), Waghorn (1974) e Pontes Pinto et al (1977) forneceram idades compreendidas entre 900 e 1.000 m.a.. Dando sequência a este evento, como observado na região da Serra dos Carajás, existiu um vulcanismo básico que é representado pela unidade Vulcânicas Básicas Epimetomorfizadas. Segundo datações realizadas por Barreto (apud Souza et al, 1975), foi constatada idade de  $992 \pm 28$  m. O Evento Rondoniense foi seguido por um período de estabilidade de mais de 200 m.a. que deu lugar ao Ciclo Brasileiro, o qual não representado na área estudada.

Dentre as estruturas mapeadas destacam-se as feições circulares, retilíneas e fraturas, além de falhas e dobras.

O Embasamento Cristalino apresenta-se, em algumas áreas, bastante fraturado segundo as direções N-S, NE-SW e SW-SE. Ao sul de Ariquemes foram mapeadas feições lineares curvilíneas que infletem de E-W para N-S, formando uma estrutura bastante curiosa. Ao sul desta, foi observado uma dobre que não foi melhor observada em função de suas precárias feições fotogeológicas.

As rochas pertencentes à Formação Mutum-Paraná apresentam se, na Serra dos Pacaas Novos, fraturadas preferencialmente segundo a direção NW-SE.

A Formação Palmeiral ocorre predominantemente em três regiões da área estudada, apresentando controles estruturais distintos. Na Serra da Providência, existe um lineamento estrutural N-S que é paralelo ao contato desta Formação com o Granito da Serra da Providência. Este fato é decorrente da intrusão, do referido granito. Na Serra dos Pacaas Novos existem três direções preferenciais de fraturamento, NW - SE, NE-SW, todas estas controlando a rede de drenagem que corta esta serra. Além destes "trendes" de fraturamentos, foram observados lineamentos ligeiramente curvilíneos que limitam a Formação Palmeiral a sua porção ocidental. Aproximadamente a 100 Km a norte da Serra dos Pacaas Novos, foi constatada a ocorrência desta formação, só que nesta não foi nenhuma orientação preferencial de estruturas retilíneas ou curvilíneas.

A unidade Granito da Serra da Providência é marcada por um fraturamento N-S, sendo este concordante com o existente na Formação Palmeiral.

Os corpos pertencentes à unidade Granitos Anorogênicos Rondonienses estão quase que totalmente dispostos entre os graus 9° e 10° de latitude sul, sendo portanto, alinhados segundo uma faixa E-W. No Complexo Massangana foram observadas feições retilíneas NE-SW e SE-NW, além de lineamentos curvilíneos que podem ser associados aos "ring dikes", citados por Kloosterman (1966).

As unidades mais jovens que os granitos anorogênicos não apresentam feições estruturais proeminentes.

### 3.3 - RECURSOS MINERAIS

Na área em estudo, foram constatadas ocorrências de três tipos de minerais: não metálicos, metálicos ferrosos e metálicos não ferrosos (Figura III.3). Estes serão descritos separadamente.



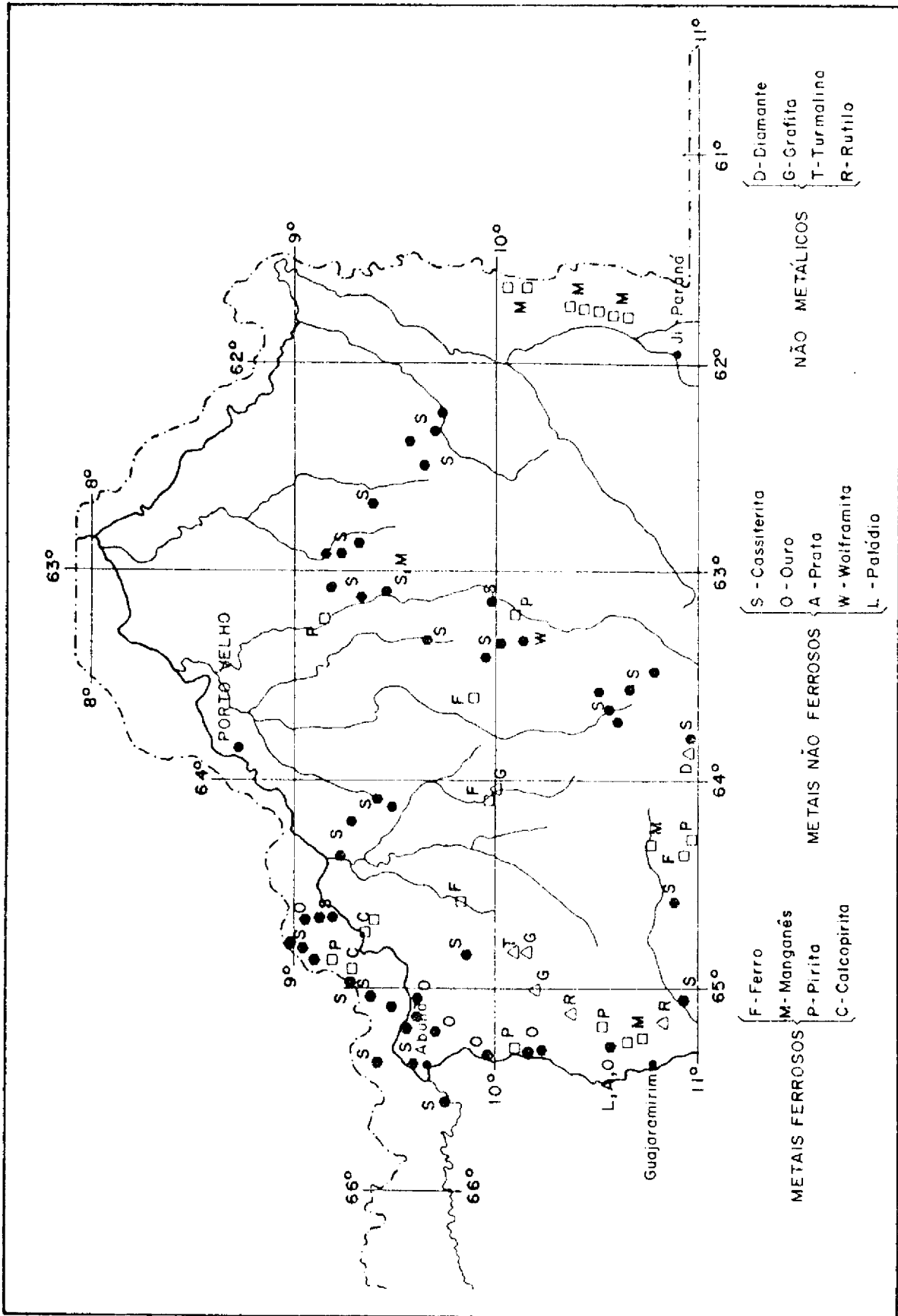


Fig. III.3 - Mapa de ocorrência minerais - Fonte: SOUZA (1975) e PONTES PINTO (1977).

### 3.3.1 - MINERAIS NÃO METÁLICOS

#### 1) DIAMANTE

Este bem mineral tem suas ocorrências controladas pelos sedimentos formadores da Serra dos Pacaas Novos, nos cascalhos do rio homônimo, local onde até pouco tempo atrás existia garimpagem. Esta foi suspensa em virtude da pouca expressividade do jazimento e de baixa qualidade das gemas encontradas.

#### 2) GRAFITA

Os jazimentos de grafita estão associados aos gnaisses do Embasamento Cristalino, nas proximidades de contatos com rochas graníticas pegmatóides. (Souza et al 1975) este mineral ocorre sob a forma de lentes ou disseminado. Apenas uma ocorrência apresenta uma certa representatividade, sendo localizada no Igarapé Muquém. Neste local constataram-se lentes de até 10 cm de espessura. Esta ocorrência pode, futuramente, tornar-se economicamente explorável.

#### 3) TURMALINA

A ocorrência deste mineral está ligada a pequenos blocos de quartzo leitoso ou a pegmatitos associados a rochas do Embasamento Cristalino. O mais expressivo jazimento de turmalina foi registrado no alto curso do Rio Mutum-Paraná, tendo uma área de ocorrência aproximadamente de 50 Km<sup>2</sup>. A variedade encontrada foi "schorlita" que já desagregada dos pegmatitos, estão dispersas nas aluviões. Os cristais encontrados chegam a atingir 5 cm de comprimento por 10 mm de diâmetro. Até o momento este jazimento não apresentou interesse econômico.

#### 4) RUTILO

A maior ocorrência de rutilo está localizada no Igarapé Misericórdia, em aluviões ou disseminado em rochas granulíticas, apresentando-se, nos dois casos, sob a forma de prismas tetragonais bem cristalizados. Sua origem está associada ao alto grau de metamorfismo que agiu sobre as rochas do Embasamento Cristalino, pela mobilização do titânio existente nos minerais de temperatura de formação mais baixa (Souza et al, 1975).

### 3.3.2 - MINERAIS METÁLICOS FERROSOS

#### 1) FERRO

Os minerais mais comuns são hematita e magnetita, geralmente associados a rochas do Embasamento Cristalino. Outra associação mineral foi vista junto à Formação Mutum-Paraná, sendo esta de origem vulcanogênica devido à constatação da existência de litotipos tufáceos. A hematita associada ao Embasamento Cristalino tem sua gênese provavelmente associada a reações mútuas de minerais máficos sob ação de um metamorfismo regional (Souza et al, 1975).

#### 2) MANGANES

O manganês ocorre associado aos sedimentos da Formação Palmeiral, nas Serras dos Três Irmãos, Pacaas Novos e da Providência.

Na Serra dos Três Irmãos, este mineral ocorre sob a forma de concreções vermelho-amarronzado, contando com elevado teor de quartzo. Na Serra dos Pacaas Novos foram constatadas duas ocorrências de pirrolusita, dispostas em níveis concordantes com as camadas areníticas ou em dendritos disseminados na parte basal da Formação Palmeiral. Na Serra da Providência, a quantidade de manganês foi suficientemente grande a ponto de ser proposto, e já concluído, o Projeto Manganês da Serra da Providência, executado pela CPRM, em convênio com o DNPM, sendo observado que este mineral pode ocorrer sob a forma de pelitos pretos e lateritas manganezíferas ou preenchendo diaclases. Exames mineralógicos identificaram criptomelana e pirolusita como mineral está voltado para os enriquecimentos supergênicos associados à fase de laterização, que representa, sem dúvida, uma vasta área.

#### 3) PIRITA

Geralmente ocorre disseminada em rochas do Embasamento

Cristalino ou em vulfânicas ácidas e básicas, No Corte do Yata (Km 32 da Br-319), limite ocidental da área estudada, foi constatada uma ocorrência contendo pequenos cristais de pirita, disseminados ao longo de fraturas.

### 3.3.3 - MINERAIS METÁLICOS NÃO FERROSOS

#### 1) OURO

Este bem mineral está vinculado a três tipos de jazimentos diferentes. O primeiro corresponde às aluviões do Rio Madeira que devido a sua grande extensão (mais de 300 Km) e aos elevados teores (até 2,5 g/ton) é considerado como o de maior importância. Neste, o ouro é fino e foi depositado juntamente com sedimentos do tipo areia fina. Outro tipo de jazimento está ligado, geneticamente, às rochas do Embasamento Cristalino, sendo que, neste caso, o ouro aparece como inclusões na rede cristalina de minerais sulfetados (Souza et al, 1975). O terceiro tipo está relacionado aos corpos graníticos anorogênicos, que pode ser observado em Massangana, São Lourenço e Santa Bárbara.

#### 2) PRATA E PALÁDIO

Estes dois minerais estão associados ao ouro e inclusos na rede cristalina de sulfetos. Esses foram considerados como subprodutos economicamente rentáveis na lavra do ouro, pela GEODATA S.A., consórcio germano-brasileiro que pesquisou o Corte do Yata.

#### 3) WOLFRÂMITA

A wolframita geralmente ocorre juntamente com os depósitos de cassiterita, sendo sua melhor exposição localizada em Massangana, onde sua origem é caracteristicamente pneumatolítica-hidrotermal.

#### 4) CASSITERITA

A cassiterita foi descoberta no Território Federal de Rondônia no início da década de cinquenta, nos garimpos de diamante do

Rio Machadinho. Este fato provocou uma intensa atividade garimpeira, atividade esta que foi suspensa em março de 1971. Com a extinção da garimpagem, foi incrementada a exploração mecanizada, que seria desenvolvida por empresas de mineração. De início, a produção mecanizada foi sensivelmente inferior à anterior, porém, em 1975 esta superava as cifras anteriores a 1971. Os dados de produção de cassiterita do Território Federal de Rondônia estão listadas na Tabela III.4.

As mineralizações estão geneticamente vinculadas ao Evento Rondoniense. Neste evento, surgiram os corpos de biotita granitos alcalinos que futuramente seriam cortados por diques de efusivas ácidas. As mineralizações seriam síncronas às intrusões, desenvolvendo-se em veios de quartzo, graissens, peraciditos e estruturas do tipo "stockwork". Segundo Kloosterman (1967), o enriquecimento de estanho estaria ligado aos pegmatitos ou à dispersão de cassiterita em biotita granitos grosseiros. Porém, estes jazimentos primários são considerados anti-econômicos, salvo exceção em um veio de quartzo que corta o Complexo Santa Bárbara.

Em virtude dos processos de erosão bastante intensos, formaram-se grandes depósitos de natureza elúvio-conluvionares (Figura III.4). Associadas à base destes pacotes sedimentares é que se encontram as mais ricas reservas de cassiterita. Estes depósitos podem atingir profundidades superiores a 30 metros, fato este comprovado em Santa Bárbara, Cachoeirinha, Jacundá e São Sebastião.

O minério geralmente é lavrado a céu aberto e, atualmente, as minerações adotam o seguinte procedimento durante a extração da cassiterita:

- 1 - Desmatamento;
- 2 - remoção do "overburden", raízes e troncos;
- 3 - construção de barragens para armazenamento d'água;
- 4 - desmonte da camada mineralizada;
- 5 - concentração gravimétrica e eletromagnética.

TABELA III.4

PRODUÇÃO DE CONCENTRADO DE CASSITERITA  
DA PROVÍNCIA ESTANÍFERA DE RONDÔNIA  
FONTE DNPM (TON x 10<sup>3</sup>)

EMPRESA	ANO	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	TOTAL
MIN. ROCHA S.A.		280	852							1.132
MIN. ORIENTE NOVO				1.387	1.518	1.915	2.340	2.957	2.471	12.588
MIN. ANGELIM			473							473
CIA. DE MIN. JACUNDA'		102	185	351	456	584	711	431	827	3.647
MIN. BRASILIENSE			175	1.023	842	436	537	994	1.097	5.104
MIN. TABOCA			14	963	828	998	1.505	2.312	3.089	9.709
MINÉRIOS DE RONDÔNIA				28	28	0,5				56,5
DRAMIN DO BRASIL								15		15
GARIMPO		4.772	1.451							6.223
TOTAL		5.154	3.150	3.752	3.672	3.933,5	5.093	6.709	7.484	38.947,5

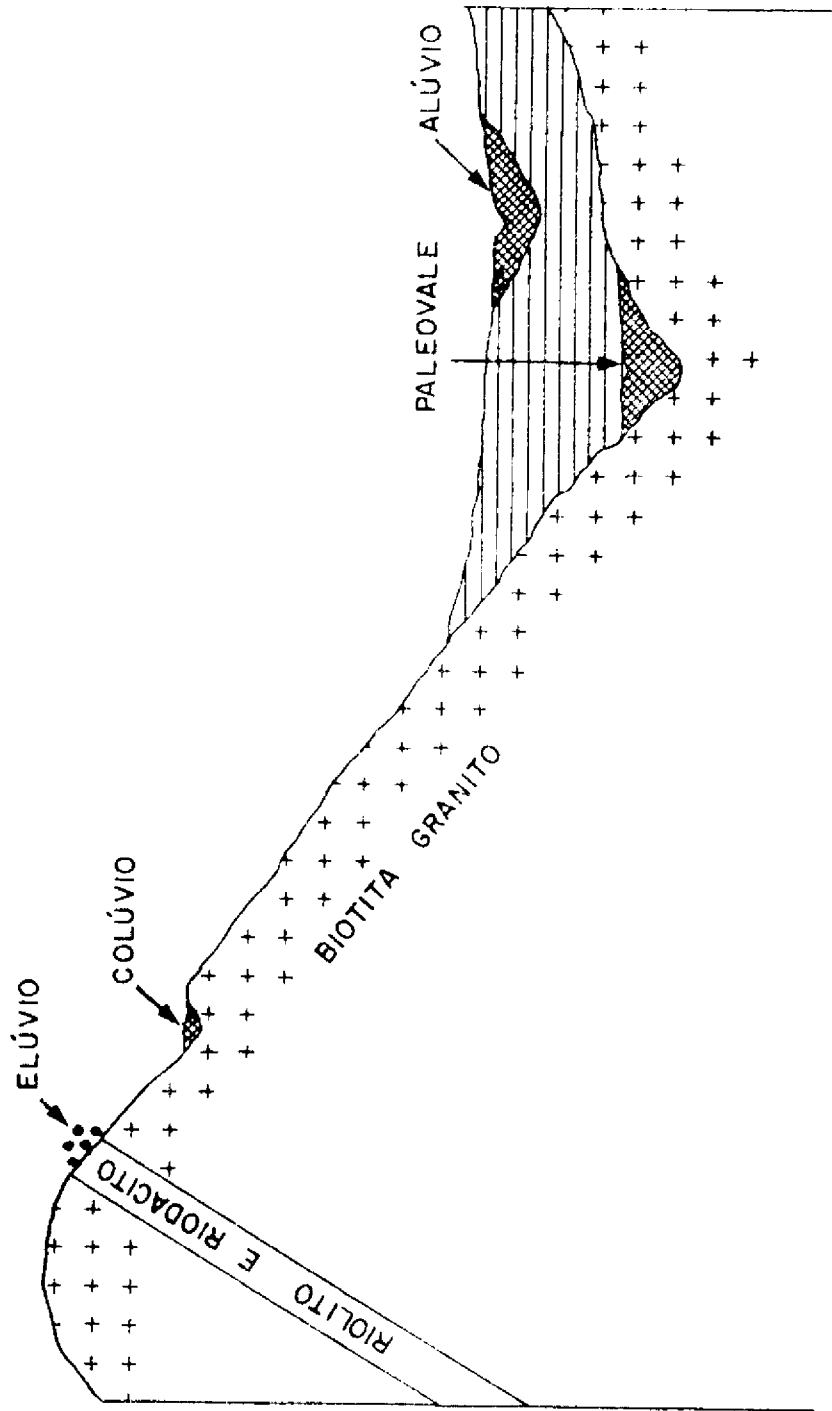


Fig. III.4 - Tipos de jazimentos secundários de cassiterita.

Lobato et al (1966) calcularam que no Território Federal de Rondônia existe uma reserva provável de 3.000.000 toneladas de cassiterita. Curvelo e Souza (apud Souza et al, 1975) estimaram a reserva variando entre 280.000 e 1.120.000 toneladas, o limite inferior correspondendo a um teor de  $0,5 \text{ Kg/M}^3$  e o superior a  $2,0 \text{ Kg/M}^3$ . Carneiro (Apud Souza et al, 1975) admitiu um intervalo de 100.000 a 150.000 toneladas para a referida reserva.

### 3.4 - INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA

Tendo em vista a proposição deste trabalho em determinar padrões de classificação automática dos granitos pertencentes à Província Estaniífera de Rondônia, foram realizadas classificações automáticas no Analisador Interativo I-100 (IMAGE-100). Durante esta fase foram utilizados os programas "Slicer", "Cluster Synthesis", Contrast Stretch "Single-Cell" e "Multicell".

#### 3.4.1 - "SLICER"

O "Slicer" foi aplicado inicialmente para os quatro canais sem pré-processamentos e um canal de cada vez. Como resultado desta aplicação foram determinados quatro intervalos que contêm os granitos. Estes são apresentados na Tabela III.5. As Figuras III.5 a III.8 retratam estes resultados.

TABELA III.5

INTERVALOS QUE CONTÊM OS GRANITOS

SLICER	CANAL	INTERVALO
1	4	23 - 26
2	5	19 - 25
3	6	20 - 38
4	7	17 - 34





Fig. III.5 - "Slicer do canal 5", correspondente ao intervalo  
19 a 25.



Fig. III.6 - "Slicer" do canal 6, correspondente ao intervalo 20 a 38.



Fig. III.7 - "Slicer" do canal 7, correspondente ao intervalo  
17 a 34.

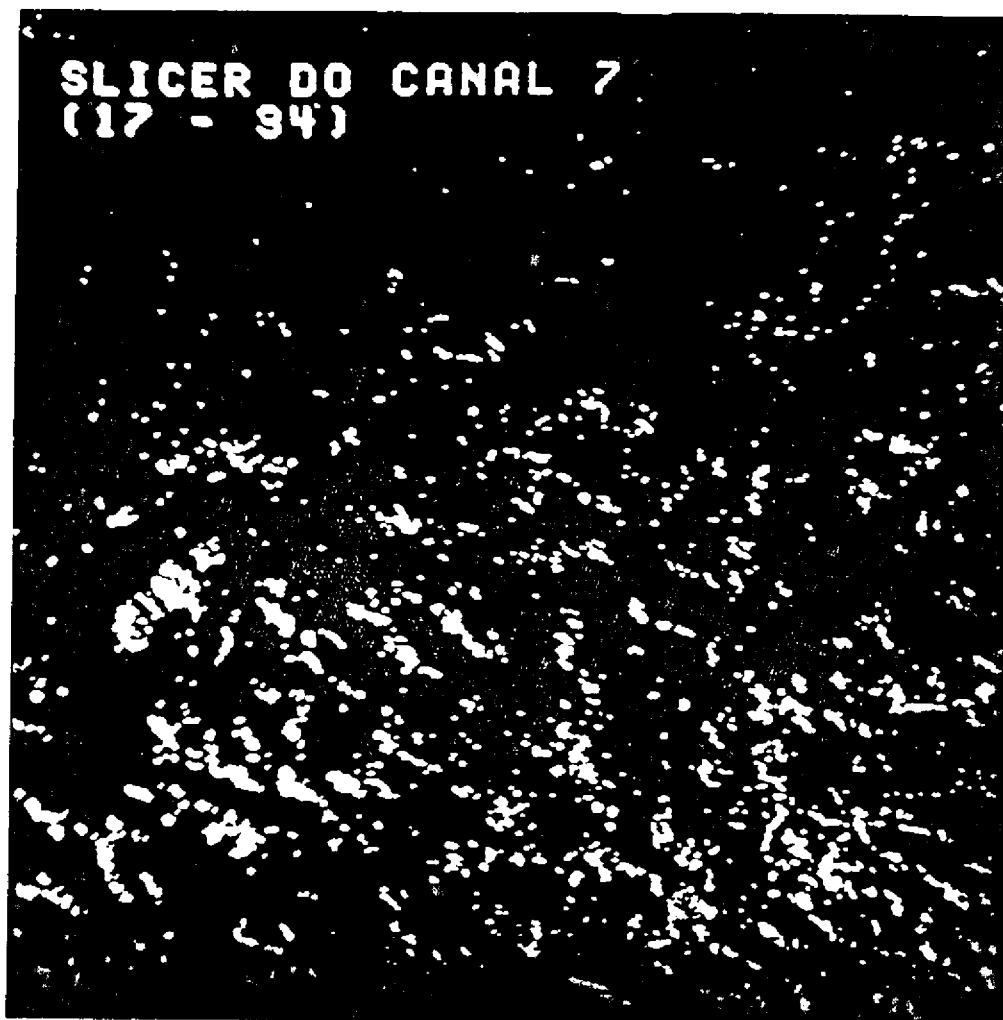


Fig. III.8 - "Slicer" dos canais  $\frac{5}{4 + 5 + 6 + 7}$ , correspondendo  
do ao intervalo 38 a 46.

Após as determinações destes intervalos, passou-se à aplicação deste programa, relacionando-se dois ou mais canais, através de vários tipos de razões e normalizações (Figura III.9). Os melhores resultados destas combinações são apresentados na Tabela III.6.

TABELA III.6

MELHORES COMBINAÇÕES DE "SLICER"

SLICER	CANAIS	INTERVALO
5	$\frac{4}{5}$	(103 - 129) + (137 - 141)
6	$\frac{5}{6}$	44 - 116
7	$\frac{5 - 6}{5 + 6}$	28 - 126
8	$\frac{6 - 7}{6 + 7}$	156 - 192
9	$\frac{5}{4 + 5 + 6 + 7}$	38 - 46
10	$\frac{6}{4 + 5 + 6 + 7}$	40 - 57

3.4.2 - "CLUSTER SYNTHESIS"

O programa "Cluster Synthesis" foi utilizado, inicialmente, com os intervalos fornecidos pelo "Slicer", contudo poucos "pixels" foram classificados. Em virtude deste fato, foram dilatados os intervalos, tendo-se o cuidado de se subtrair as células rejeitadas. Este procedimento é ilustrado na Figura II.6. As Figuras III.10 e III.12 referem-se a este tratamento e pode-se observar que a segunda é sensivelmente mais filtrada que a primeira.

Na Tabela III.7 estão listadas as melhores combinações de "Cluster Synthesis". Nesta, os valores compreendidos entre parêntesis correspondem aos intervalos de tons de cinza, os precedentes representam o canal, 4 entre colchetes tem-se os "Cluster Synthesis" dos canais 4 e 5 (CS-1).

TABELA III.7

RELAÇÃO DAS MELHORES COMBINAÇÕES DO "CLUSTER SYNTHESIS"

C. S.	INTERVALO
1	$\{ 4(19 - 30) \bullet 5(19 - 30) \} - \{ 4(19 - 21) \bullet 5(25 - 30) \} - \{ 4(28 - 30) \bullet 5(25 - 30) \}$
2	$\{ 4(19 - 30) \bullet 6(20 - 43) \} - \{ 4(19 - 21) \bullet 6(42 - 43) \} - \{ 4(28 - 30) \bullet 6(42 - 43) \}$
3	$\{ 4(19 - 30) \bullet 7(17 - 65) \} - \{ 4(19 - 21) \bullet 7(39 - 65) \} - \{ 4(28 - 30) \bullet 7(39 - 65) \}$
4	$\{ 5(19 - 30) \bullet 6(20 - 43) \} - \{ 5(25 - 30) \bullet 6(42 - 43) \}$
5	$\{ 5(19 - 30) \bullet 7(17 - 65) \} - \{ 5(25 - 30) \bullet 7(39 - 65) \}$
6	$\{ 6(20 - 43) \bullet 7(17 - 65) \} - \{ 6(42 - 43) \bullet 7(39 - 65) \}$

### 3.4.3 - "CONTRAST STRETCH"

Este programa foi utilizado com a finalidade de se aumentar o contraste entre as unidade mapeadas na área teste.

A Figura III.12 corresponde a uma combinação colorida falsa cor da área teste. Nesta, foram atribuídas cores azul, verde e vermelho aos canais 4, 5 e 7, respectivamente. A figura III.13 também se refere a área teste e foi composta a partir das mesmas combinações utilizadas na Figura III.9. Contudo, essa foi tratada pelo "Contrast Stretch", e como pode ser observado, apresenta um sensível realçamento de feições fotointerpretativas. Após este tratamento, pode-se distinguir mais facilmente os granitos intrusivos, das rochas pertencentes ao Embasamento Cristalino.

### 3.4.4 - "SINGLE-CELL"

O programa "Single-Cell" foi aplicado na área teste adotando-se os intervalos apresentados na Tabela III.8.

TABELA III.8

INTERVALOS UTILIZADOS NO SINGLE-CELL

CANAL	INTERVALO
4	14 - 49
5	22 - 52
6	13 - 30
7	16 - 20



Fig. III.9 - "Cluster Synthesis" dos canais 4 e 7 (CS-3), con  
tendo as células rejeitadas.





Fig. III.10 - "Cluster Synthesis" dos canais 4 e 7 (CS-3), sem as células rejeitadas.



Fig. III.11 - "Cluster Synthesis" dos canais 4 e 5 (CS-1).

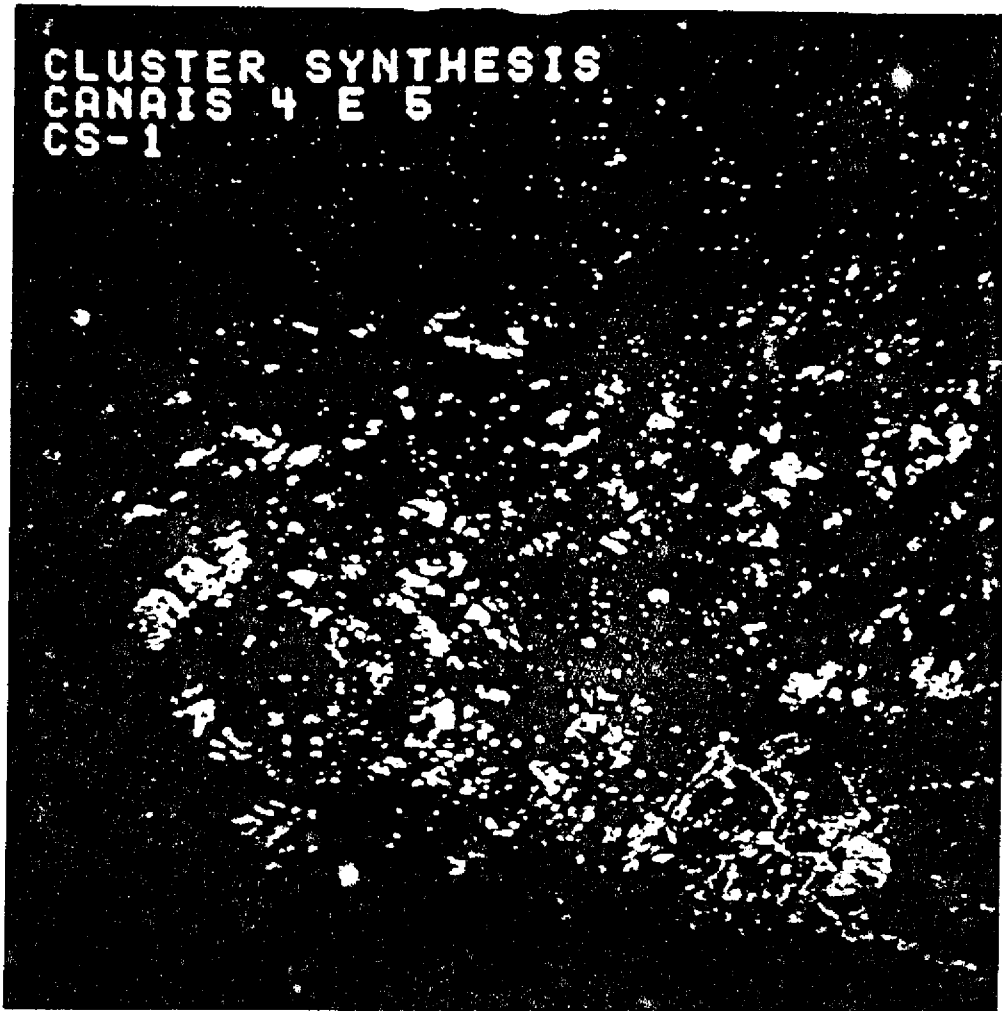


Fig. III.12 - Composição colorida da área teste.



Fig. III.13 - Composição colorida da área teste aplicando-se o "Contrast Stretch".



Fig. III.14 - "Single-Cell" aplicado na área teste.



Fig. III.15 - "Multicell" aplicado na área teste.

Utilizando-se estes intervalos, observou-se uma saturação de pontos classificados, isto porque muitas células não correspondentes aos granitos foram alarmadas.

### 3.4.5 - "MULTICELL"

Para se aplicar este programa, a área teste foi inicialmente ampliada e submetida a um realce tonal. Este procedimento teve como finalidade uma amostragem dos pontos que mais certamente correspondem aos granitos estudados. Todos os pontos amostrados estão localizados entre os intervalos indicados na Tabela III.9

TABELA III.9

INTERVALOS UTILIZADOS NO MULTICELL

CANAL	INTERVALO
4	15 - 25
5	16 - 25
6	19 - 51
7	19 - 45





## CAPÍTULO IV

### CONCLUSÕES

Utilizando-se dados de projetos anteriormente concluídos e associando-se esses a visão regional das imagens LANDSAT, foi proposta uma coluna estratigráfica (Tabela III.2) que é compatível com o esquema tectônico apresentado por Amaral (1974). Segundo este autor a área estudada foi submetida aos eventos Transamazônico, Paraense, Madeirense e Rondoniense. Os Granitos Anorogênicos Rondonienses foram originados durante o Evento Rondoniense.

Como resultado da interpretação visual da área teste, foi confeccionado um mapa fotogeológico do Complexo Massangana/São Domingos (Figura III.2).

A intrusão responsável pelo Complexo Massangana tem forma de "oito", é policíclica e composta de granitos que apresentam três texturas diferentes. Na intrusão ocidental existem as texturas fina, média e grosseira, enquanto que na oriental observam-se apenas as duas últimas. O Granito grosseiro da porção oriental é mais recente que o da ocidental. Este fato é explicado devido à existência de estruturas circulares pertencentes a porção oriental que intercepta o corpo a oeste.

A intrusão de São Domingos apresenta textura e tonalidade de fotografias muito semelhantes às observadas no granito de granulação média do Complexo Massangana. Isto sugere que sejam realizados trabalhos de campo com a finalidade de averiguar este fato, tendo em vista que o Complexo São Domingos é um dos mais ricos da província.

Os programas utilizados na fase correspondente à interpretação automática forneceram excelentes subsídios para o estudo dos granitos pertencentes ao Complexo Massangana. Este fato é muito bem caracterizado quando se comparam as Figuras III.12 e III.13. Este último

produto foi submetido a um aumento de contraste que é de grande valia pa  
ra estudos realizados na região amazônica, tendo em vista a sua cobertura  
vegetal homogênea.

Durante as interpretações automáticas não foi possível  
diferenciar os tipos de granitos do Complexo Massangana, havendo todavia  
necessidade de se prolongar os estudos, neste sentido, pois resultados  
positivos são esperados.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço:

Ao Dr. Gilberto Amaral, pela significativa orientação fornecida durante o desenvolver deste trabalho.

Ao Dr. Claudio Roland Sonnenburg, ao Dr. Renato Herz e aos geólogos Emiliano Cornélio de Souza e Paulo Roberto Martini pelas suas valiosas sugestões, que serviram para aumentar o conteúdo técnico desta pesquisa.

Ao geólogo Admar Coelho pelo fornecimento de fontes bibliográficas e informações verbais referentes à área de Massangana.

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, em particular à Superintendência Porto Velho, pelo acesso aos relatórios dos projetos realizados nas proximidades do Território Federal de Rondônia.

Ao José Carlos Moreira pela cooperação fornecida, quando da utilização do IMAGE-100.

A Aparecida Alves Cardoso, pela datilografia deste trabalho.



## BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. de; NOGUEIRA FILHO, J.V. *Reconhecimento Geológico no rio Aripuanã*. Rio de Janeiro, DNPM, DGM, 1959. (DNPM Boletim, 199).
- ALMEIDA, F.F.M. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In *Congresso Brasileiro de Geologia*, 23., Salvador, 1969. Anais p.29 46.
- AMARAL, G. *Geologia Pré-Cambriana da região Amazônica*. Tese de livre docência. São Paulo, USP. Instituto de Geociências, 1974.
- BRAUN, O.P.G.; RAMGRAB, G.E. *Projeto Roraima: relatório final*. Manaus, DNPM. CPRM, 1976. v.1.
- DALL'AGNOL, R. Granito Surucucu. In: *Conferência Geológica Interguianas*, 10., Belém, 1975. p. 341-388.
- EVAN, J.W. The rocks of the cataracts of the river Madeira and adjoining portions of the Beni and Mamoré. *Quaternary Journal of Geological Society*, 62 (1): 88-124, Jan., 1906.
- FAÇANHA, H. As jazidas de estanho no Brasil e no continente Gondwana. Trabalho apresentado no *Simpósio Brasileiro de Mineração*, 7., Porto Alegre, 1977.
- FIQUEIREDO, A.J.A.; OLIVATTI, O. *Projeto Alto Guaporé: relatório final*, Goiânia, DNPM. CPRM, 1974. v.1.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria Técnica. *Geografia do Brasil*. Rio de Janeiro, SERGRAF, 1977. v.1.
- GARY, X.M.; MCAFEE, R.; WOLF, C.L. *Glossary of geology*. Washington, D.C., American Geological Instituto, 1972.

GENERAL ELECTRIC. Image 100: user Manual. *Daytona Beach*, 1975.

KLOOSTERMAN, J.B. Granitos e riolitos de São Lourenço: um complexo vulcano-plutônico na amazônia meridional. *Engenharia, Mineração e Metalurgia*, 44(262): 169-171, 1966.

\_\_\_\_\_ ; Estruturas circulares nos complexos graníticos de Oriente e Massagana, Rondônia. *Engenharia Mineração e Metalurgia*, 45(266): 72-77, 1967.

\_\_\_\_\_ ; Uma província do tipo Nigeriano no Sul da Amazônia. *Engenharia, Mineração e Metalurgia*, 47(278):167-168, 1968.

\_\_\_\_\_ ; Fenacita e nigerita em filões de quartzo com cassiterita no Alto Candeias, Rondônia. *Engenharia, Mineração e Metalurgia*, 38 (354): 18-20, 1975.

LEAL, J.W.L.; SILVA, G.H.; SALUM, O.A.L.; SILVA, L.L.; DREHER, A.N.; BASEI, M.A.S. *Congresso Brasileiro de Geologia*, 28. Porto Alegre, 1974. Anais. p. 269-279.

LEAL, J.W.L.; SILVA, G.H.; ABREU, A.S.; LIMA, M.I.C. de Granito da Serra da Providência. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 29., Belo Horizonte, 1976. Resumos dos Trabalhos. p. 187.

LEBERATORE, G.; ALECRIM, J.D.; MEDEIROS, J.B.; MALOUF, R.F.; PINHEIRO, S.S.; ACHÃO, S.M.; SANTOS, J.O. *Projeto Aripuanã-Sucundari: relatório final*. Manaus, DNPM/CPRM, 1972. v.1.

LIMA, J.A.D. *Projeto Sulfetos de Abunã: relatório final*. Porto Velho, DNPM/CPRM, 1976. v.1.

- LOBATO, F.P.N.S.; APPEL, L.E.; GODOY, M.C.F.T.; RITTER, J.E. *Pesquisas de cassiterita no Território Federal de Rondônia: relatório final*. Rio de Janeiro, Divisão de Fomento da Produção Mineral, 1966. (Boletim, 125).
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. *Mapa esquemático de solos*. Rio de Janeiro, 1966. escala 5.000.000.
- NIMER, E. Clima. In: *Geografia do Brasil*. Rio de Janeiro, SERGRAF; IBGE, 1977. v.1.
- PADILHA, A.V. *Projeto Centro-Oeste de Mato Grosso: relatório final*. Goiânia, DNPM/CPRM, 1974. v.1.
- PONTES PINTO, F.; FREITAS, A.F. de, MELO, C.F.; ROMANINI, S.J. *Projeto Sudeste de Rondônia: relatório final*. Porto Velho, DNPM/CPRM, 1977. v.1.
- PRIEM, H.N.A.; BOELRIJK, N.A.I.M.; HEBEDA, E.H.; WERSCHURE, R.H.; BON, E.H. Granitic complexes and associated in mineralization of "Grenville" age in Rondônia, Western Brazil. *Geological Society American Bulletin*, 82:1095-1102, 1971.
- SILVA, G.H.; LEAL, J.W.L., SALUM, O.A.L.; DALL'AGNOL, R.; BASEI, M.A.S. Esboço geológico de parte da Folha SC.21 Juruena. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 28., Porto Alegre, 1974. Anais. p. 309-320.
- SOEIRO, R.S.; MARTINS, E.G.; TORRES, L.C.A. *Projeto Manganeés da Serra da Providência: relatório final*. Porto Velho, DNPM/CPRM, 1977. v.1.
- SOUZA, E.C. de; MARTINS, A.O.; GONÇALVES, G.N.D.; FULLER, O. *Projeto No roeste de Rondônia-Geoquímica piloto: relatório final*. Porto Velho, DNPM/CPRM, 1973. v.1.

- SOUZA, E.C. de; MELHO, A.F.F.; ADAMY, A.; SOEIRO, R.S.; DALEIRO, V.  
*Projeto Noroeste de Rondônia: relatório final.* Porto Velho, DNPM/  
CPRM, 1975. v.1.
- THROMAN, C.H.; MEDINA, A.I.M. Nova interpretação estrutural do NW de  
Rondônia. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 28., Porto Alegre,  
1974. Resumo dos Trabalhos. p. 555-557.
- TURNER, F.J.; VERHOOGEN, J. *Igneous and metamorphic petrology.* 2. ed.  
N.Y. McGraw Hill, 1960.
- WAGHORN, J.G. *The geology of Rondônia, Western Brazil, with special  
reference to the Tin-bearing granite complexes and placer deposits.*  
Thesis for Doctor of Philosophy. London, University of London.  
Faculty of Science, 1974.



**APÊNDICE A**  
**ESBOÇO GEOLÓGICO**