



PALAVRAS CHAVES/KEY WORDS
AUTORES / **AUTHORS**
 IMAGENS LANDSAT-TM
 MAPA DE OCUPAÇÃO DAS TERRAS
 INTERPRETAÇÃO ANALÓGICA

AUTORIZADA POR/AUTHORIZED BY
Roberto Pereira da Cunha
 Diretor Sens. Remoto

AUTOR RESPONSÁVEL
RESPONSIBLE AUTHOR
Mário Valério Filho

DISTRIBUIÇÃO/DISTRIBUTION
 INTERNA / INTERNAL
 EXTERNA / EXTERNAL
 RESTRITA / RESTRICTED

REVISADA POR / REVISED BY
Tania Maria Sausen

CDU/UDC
 528.711.7:631.47(816.1)

DATA / DATE
 Maio, 1990

TÍTULO/TITLE	PUBLICAÇÃO Nº PUBLICATION NO
	INPE-5050-PRE/1580
MAPA DE OCUPAÇÃO DAS TERRAS DO SUDOESTE PAULISTA OBTIDO POR INTERPRETAÇÃO ANALÓGICA DE IMAGENS LANDSAT-TM	
AUTORES/AUTHORSHIP	Mário Valério Filho Sérgio A.F. Pinto Pedro L. Donzeli Dirceu P. Stein e outros

ORIGEM
ORIGIN
 COT

PROJETO
PROJECT
 ATCOT

Nº DE PAG.
NO OF PAGES
 09

ULTIMA PAG.
LAST PAGE
 08

VERSÃO
VERSION

Nº DE MAPAS
NO OF MAPS

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES

Este artigo discorre sobre a elaboração do Mapa de Ocupação das Terras do Sudoeste Paulista, obtido por interpretação analógica de imagens TM-LANDSAT nas bandas 3 e 4, abrangendo uma área de 70.000km². A ocupação mapeada compreende os diferentes tipos de vegetação original e toda a utilização por ação antrópica, sendo expressa por 22 categorias individuais e por 7 categorias mais abrangentes que referenciam o tipo da ocupação, o porte de vegetação e a porcentagem de cobertura do terreno. Cada categoria de ocupação foi caracterizada quanto a seus padrões tonais e texturais em reprodução fotográfica, bem como quanto a outros aspectos associados. Por interpretação analógica obteve-se uma informação por quilômetro quadrado, que após digitadas foram processadas e plotadas sobre rede plana de coordenadas UTM.

OBSERVAÇÕES / REMARKS

Trabalho apresentado no V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, RN, no período de 11 a 15 de outubro de 1988.

MAPA DE OCUPAÇÃO DAS TERRAS DO SUDOESTE PAULISTA OBTIDO POR
INTERPRETAÇÃO ANALÓGICA DE IMAGENS TM-LANDSAT

Pedro L. Donzeli*; Dirceu P. Stein**; Francisco P. Nogueira*; Antonio F. Gimenez**, Mário Valério FO***; Sergio A.F.Pinto***; Carlos L. Rotta*; Arnaldo G.S. Coelho*; Fernando A. Pirez**; Carlos Carlstron FO**; Paulina S. Riedel***; Matilde A. Bertoldo***; Edgard Santoro**; Luiz A. Val*; Rubens A. Lamparelli***; Marcos T.N. Santos**

* Instituto Agronômico de Campinas - IAC - Caixa Postal 28 - Campinas/SP

** Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT - Cx.Postal 7141 - S.P.

*** Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE - Caixa Postal 515 - S.J. dos Campos/SP

RESUMO

Este artigo discorre sobre a elaboração do Mapa de Ocupação das Terras do Sudoeste Paulista, obtido por interpretação analógica de imagens TM-LANDSAT nas bandas 3 e 4, abrangendo uma área de 70.000 km². A ocupação mapeada compreende os diferentes tipos de vegetação original e toda a utilização por ação antrópica, sendo expressa por 22 categorias individuais e por 7 categorias mais abrangentes que referenciam o tipo da ocupação, o porte de vegetação e a porcentagem de cobertura do terreno. Cada categoria de ocupação foi caracterizada quanto a seus padrões tonais e texturais em reprodução fotográfica, bem como quanto a outros aspectos associados. Por interpretação analógica obteve-se uma informação por quilômetro quadrado, que após digitadas foram processadas e plotadas sobre rede plana de coordenadas UTM.

ABSTRACT

This paper describes how a land map occupation of the southwest region of the State of São Paulo, Brazil, was carried out through analogical interpretation of TM - LANDSAT 3 and 4 bands, over an area of 70,000 square kilometers. Considerations were made on the natural vegetation as well as the various antropic derived cover types, both expressed by 22 individual categories. It included, also, seven prominent categories which gave a occupation type reference, the height of the cover type and the percentage of the land area vegetation. Each occupation category was characterized based on their photographic tonal and textural established patterns, as well as in other linked defined aspects. By analogical interpretation was obtained an information per square kilometer, which after digitation were processed and plotted over a UTM projection system.

1. INTRODUÇÃO

A área estudada engloba parte das bacias dos rios Paranapanema e Aguapeí e a totalidade da bacia do Rio do Peixe, estendendo-se desde as barrancas do Rio Paraná até as cabeceiras daquelas bacias. Corresponde a uma das regiões administrativas do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, para o qual o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, o Instituto Agronômico de Campinas - IAC e o Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, desenvolveram o mapeamento de ocupação das terras.

Essa região teve um grande impulso de ocupação mais para o segundo quarto deste século. Balizada exclusivamente por oportunidades econômicas, a dinâmica ocupacionista originou um leque de utilizações das terras onde a vegetação original tornou-se uma notória minoria. Através da caracterização e mapeamento desta vegetação, e das utilizações empreendidas pelo homem, obteve-se o mapa de ocupação ora apresentado.

Cabe mencionar que o levantamento da ocu

pação foi executado para atender a projeto que enfocou o diagnóstico da erosão laminar na área estudada (IPT, 1987; STEIN et al., 1987; DONZELI et al., 1987).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A interpretação da ocupação das terras foi executada em 20 quadrantes, totais ou parciais, de imagens TM do satélite LANDSAT 5, na escala 1:250.000, utilizando-se as bandas 3 (infravermelho próximo) e 4 (visível). Foram selecionadas cenas tomadas durante o período seco do ano de 1985 - meses de julho e agosto - escolhidas em função da época que melhor diferenciou o conjunto de categorias de ocupação presentes na área.

Como apoio à interpretação e definição dos padrões de cada categoria de ocupação recorreu-se a outros produtos - imagens TM-LANDSAT 5 do período seco de 1984 em 1:250.000, fotografias aéreas pancromáticas em 1:25.000 de aerolevantamentos de 1971/1973 e 1984, mosaicos de radar em 1:250.000 do Projeto RADAMBRA-

SIL e mapas de ocupação referentes a anos anteriores que recobrem total ou parcialmente a área.

Para a execução dos trabalhos, inicialmente foram reconhecidas as categorias de ocupação presentes na área e depois estabelecidos os padrões, em imagem, de cada uma delas (DONZELI et al., 1986). Para isso foram utilizados os diferentes produtos mencionados anteriormente, tendo-se executado um levantamento expedito de campo que alcançou toda a área e teve como objetivo confirmar os dados interpretados e colher informações complementares.

Estabelecida a legenda das categorias de ocupação a serem mapeadas, procedeu-se à definição da metodologia de interpretação e processamento de dados (STEIN, PEREIRA Jr., GIMENEZ, no prelo).

O levantamento da ocupação foi executado segundo uma grade regular de amostragem com um quilômetro de lado. Esta foi dimensionada após análise do tamanho das glebas e da porcentagem de ocorrência da categoria de ocupação com menor representatividade em área. A grade de amostragem foi determinada pela intersecção de coordenadas UTM de valor inteiro, resultando em aproximadamente 70.000 pontos de observação, número este compatível com a escala adotada - 1:500.000.

Acetatos transparentes com pontos equidistantes de 1 km, em escala 1:250.000, serviram para a locação dos pontos de amostragem sobre as imagens de satélite. Os dados interpretados foram transferidos para planilhas apropriadas cujas dimensões equivalem, proporcionalmente, a uma folha topográfica em 1:50.000.

Através de códigos alfa-numéricos para cada categoria ou grupo de ocupação, e do endereço geográfico do ponto amostrado - dado em coordenadas UTM - procedeu-se à digitação e armazenagem das informações, arranjadas de acordo com padrão previamente estabelecido em função das 139 folhas em 1:50.000 que recobrem a área. Após processados, os resultados foram plotados automaticamente sobre rede plana de coordenadas UTM, compondo o mapa final (STEIN, PEREIRA Jr., GIMENEZ, no prelo).

3. AS CATEGORIAS DE OCUPAÇÃO

As categorias de ocupação presentes na área foram reconhecidas e posteriormente conceituadas de acordo com o estabelecido por SERRA FILHO et al. (1974) e CHIARINI et al. (1976) para o mapeamento de uso das terras em 1972, na escala 1:250.000. Estes trabalhos foram utilizados como referência para a interpretação, fornecendo orientações principalmente quanto a ocorrência das vegetações naturais e quanto aos domínios de culturas perenes, particularmente silvicultura e café.

No levantamento ora executado foram identificadas 13 categorias de vegetação - original ou cultivada - e 4 categorias representando espelhos d'água, várzeas, áreas urbanizadas

e vias de acesso.

Para atender aos objetivos do projeto-diagnóstico da erosão - as categorias de vegetação foram agrupadas em função do porte da cobertura e depois subdivididas para indicar a porcentagem em área da gleba que é recoberta pela vegetação. As demais categorias foram agrupadas tendo em conta se naturais ou antrópicas.

Desses procedimentos resultaram as categorias de ocupação das terras mostradas na legenda da FIGURA 1. Elas são, concomitantemente, abordadas de modo individual e também segundo dois níveis de generalização; um referenciando o porte da vegetação e o outro a efetiva cobertura do terreno.

4. PADRÕES E INTERPRETAÇÃO DA OCUPAÇÃO

A interpretação considerando a resposta espectral imageada em duas bandas - 3 e 4 - possibilita a discriminação das categorias cujo comportamento espectral seja semelhante numa mesma faixa de reflectância.

O padrão diagnóstico de cada categoria de ocupação é definido pelas suas características tonais, texturais e geométricas, além de outras feições inerentes às ocupações.

A determinação de padrões para interpretação de imagens de satélite baseia-se em grande parte no recobrimento do terreno pela vegetação em cada gleba de ocupação homogênea. O terreno desprovido de vegetação mostra tonalidades mais claras na banda 3 e mais escuras na banda 4, enquanto uma gleba com vegetação alta e densa apresenta padrões inversos, existindo toda uma gama de registros intermediários entre esses extremos para cada faixa de sensibilidade.

Considerando-se os demais critérios, como textura e padrão geométrico, além dos outros aspectos associados, a convergência de evidências leva a uma exatidão suficiente para a definição da categoria de ocupação.

O QUADRO 1 traz o conjunto de informações que definem cada categoria - chaves de interpretação (DONZELI et al., 1986). Resumidamente as características consideradas são:

- . tonalidade fotográfica - 8 níveis de tons griseos, uniformes ou não em cada categoria;
- . textura fotográfica - 5 classes referentes ao tamanho dos elementos, uniformes ou não em cada categoria;
- . aspectos associados predominantes - sombra lateral na banda 4, borda da sombra lateral na banda 3, formatos, dimensões e limites das glebas, presença de carregadores e caminhos etc.

Diversas situações originam variações nos padrões estabelecidos e conseqüentemente dificuldades na identificação da categoria de ocupação. Primeiramente existem diferenças provocadas pela variação de tratamento no processo de produção da cópia pelo laboratório fotográfico. Depois, os aspectos bastante diferenciados do meio físico englobado, associa-

dos às características edafo-climáticas, também interferem no padrão das categorias. Assim, uma mesma cobertura pode apresentar padrões distintos em solos com texturas diferentes, ou sob variados teores de umidade, ou em função de relevos diferenciados, ou em função de seu estágio de desenvolvimento etc.

Os padrões estabelecidos procuram abarcar tais variações, destacando as informações que representam as glebas mais características de cada categoria de ocupação. Relevantes, e que merecem destaque, são os casos da palhada deixada sobre o terreno - em área cultivada (resto de cultura) ou de pastagem (forrageira seca) - que proporciona uma resposta espectral clara em ambos os canais; da queimada - prática bastante utilizada em pastagens - que confere registro escuro nos dois canais; e das culturas perenes - lavoura de café basicamente - que é reconhecida com dificuldade em áreas de loteamento, visto a miscelânea de usos e as dimensões das glebas.

Tendo a chave de interpretação referenciada ao produto a ser utilizado no levantamento (QUADRO 1), procedeu-se à identificação das glebas de ocupação indicadas pelo ponto de intersecção da grade de amostragem, analisando-se, concomitantemente, a mesma informação nas bandas 3 e 4.

Quando as características da gleba não permitiram classificar a ocupação numa categoria específica, de modo incontinenti buscou-se a classificação mais abrangente - um grupo de categorias - mas não sem antes recorrer aos demais produtos existentes para apoio.

5. RESULTADOS OBTIDOS

O Mapa de Ocupação das Terras do Sudoeste Paulista em 1:500.000 (FIGURAS 1, 2, 3) é a representação espacial dos procedimentos descritos. Desde já destaca-se as possibilidades de atualização que tais métodos e produtos utilizados permitem, inicialmente devido a periodicidade de cobertura da área por imagens de satélite e depois pelas facilidades introduzidas com o processamento automático dos dados.

Muitas conclusões podem ser obtidas trabalhando as informações armazenadas e entendidas espacialmente com a análise do mapa. O QUADRO 2 traz as porcentagens de ocorrência de cada categoria ou grupo de ocupação mapeados. Acusa, por exemplo, o predomínio das categorias de porte baixo a rasteiro sobre as demais, com 60% da área frente a 16% para cada uma das outras.

Quanto a proteção do solo pela vegetação, verifica-se que perto de 10% da área tem cobertura parcial do terreno, sendo as culturas anuais as principais responsáveis por esse valor.

Dentre as atividades produtivas, aproximadamente 32% da área é ocupado por pecuária, 23% por culturas temporárias e perenes e 6% por silvicultura. Por outro lado, as vegetações originais - floresta, cerrado e campo cerrado - perfazem pouco mais de 3,5% de toda a Bacia do Peixe-Parapanema. Os campos naturais, sem

QUADRO 2
VALORES DE OCUPAÇÃO DAS TERRAS

GRUPOS DE COBERTURA	CATEGORIA DE OCUPAÇÃO	COBERTURA DO TERRENO		TOTAIS
		TOTAL	PARCIAL	
Cobertura vegetal de porte médio a alto	Não definida	0,78	xx	0,78
	Floresta	3,07	xx	3,07
	Vegetação secundária	6,00	xx	6,00
	Cerradão	0,19	xx	0,19
	Reflorestamento	5,70	xx	5,70
	Sub-total		15,74	
Cobertura vegetal de porte baixo a médio	Não definida	1,68	0,08	1,76
	Cobertura residual	4,55	0,35	4,90
	Cerrado	0,70	xx	0,70
	Cultura perene	4,32	0,34	4,66
	Cana-de-açúcar	4,08	xx	4,08
	Sub-total		15,33	0,77
Cobertura vegetal de porte rasteiro a baixo	Não definida	4,99	0,64	5,63
	Cobertura residual	9,48	0,97	10,45
	Pastagem	30,42	1,84	32,26
	Cultura temporária	8,60	5,51	14,11
	Campo cerrado	0,29	xx	0,29
	Campo natural	0,00	xx	0,00
Sub-total		53,78	8,96	62,74
Outras coberturas naturais	Não definida	0,97	xx	0,97
	Várzea	1,15	xx	1,15
	Espelho d'água	1,94	xx	1,94
	Sub-total		4,06	
Outras coberturas antrópicas	Não definida	0,37	xx	0,37
	Área urbanizada	0,54	xx	0,54
	Estradas	0,45	xx	0,45
	Sub-total		1,36	
TOTAIS		90,27	9,73	100

alterações impostas pelo homem, simplesmente desapareceram, tendo por base as áreas registradas no levantamento de 1972, que as acusava na região sudeste da área. O mesmo se registra em relação a muitas ocorrências anteriores das demais vegetações originais.

A cultura de cana-de-açúcar é um caso típico onde a análise conjunta das informações espaciais e tabuladas auxilia no entendimento. Os registros porcentuais mostram um incremento significativo das atividades em relação a 1972 e o mapa indica as áreas ocupadas, quando se nota uma clara expansão da cultura em direção ao Rio Paraná.

Outro caso interessante refere-se às áreas urbanas e vias de acesso, que no presente levantamento ocupam quase 1,5% de toda a área, o que significa cerca de 1050 km², refletindo uma razoável expansão em relação a 1972. Por outro lado, observa-se que várzeas cedem lugar a espelhos d'água, reflexo direto da construção de grandes hidrelétricas no interior paulista. Finalmente, alerta-se que as porcentagens fornecidas não são absolutas, sempre podendo restar partes de cada categoria embutidas nas porcentagens referentes ao grupo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHIARINI, J.V. et al. Uso atual das terras do Estado de São Paulo. Bol.Téc. Instituto Agrônomo de Campinas (37), Campinas, 1976.
- DONZELI, P.L. et al. Padrões de uso da terra em imagens orbitais. Bol.Resumos IV Simp. Bras. Sens. Remoto - Gramado/RS, 1986.
- DONZELI, P.L. et al. Diagnóstico do uso, ocupação e erosão na Bacia do Peixe-Paranapanema-SP. Bol.Resumos XXI Congr. Bras. Ciênc. Solo - SBCS - Campinas-SP, 1987.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo (Bacia do Peixe-Paranapanema). Potencial natural e antrópico à erosão laminar. Relatório IPT (24739), 3, 1986.
- SERRA FILHO, R. et al. Levantamento da cobertura vegetal natural no Estado de São Paulo. Bol.Téc. Instituto Florestal (11): 1-53, ago, 1974.
- STEIN, D.P. et al. Potencial de erosão laminar, natural e antrópico, na Bacia do Peixe-Paranapanema. Anais 4º Simp. Nac. de Controle da Erosão - ABGE - Marília-SP.
- STEIN, D.P.; PEREIRA Jr, G.G.; GIMENEZ, A.F. Aplicação da informática no diagnóstico regional da erosão. 1ª Reunião de Quantificação e Informatização em Solos - Soc. Bras. Ciênc. Solo & Inst. Agrônomo de Campinas 1987, no prelo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, que proporcionou o desenvolvimento do projeto e autorizou a divulgação dos resultados.

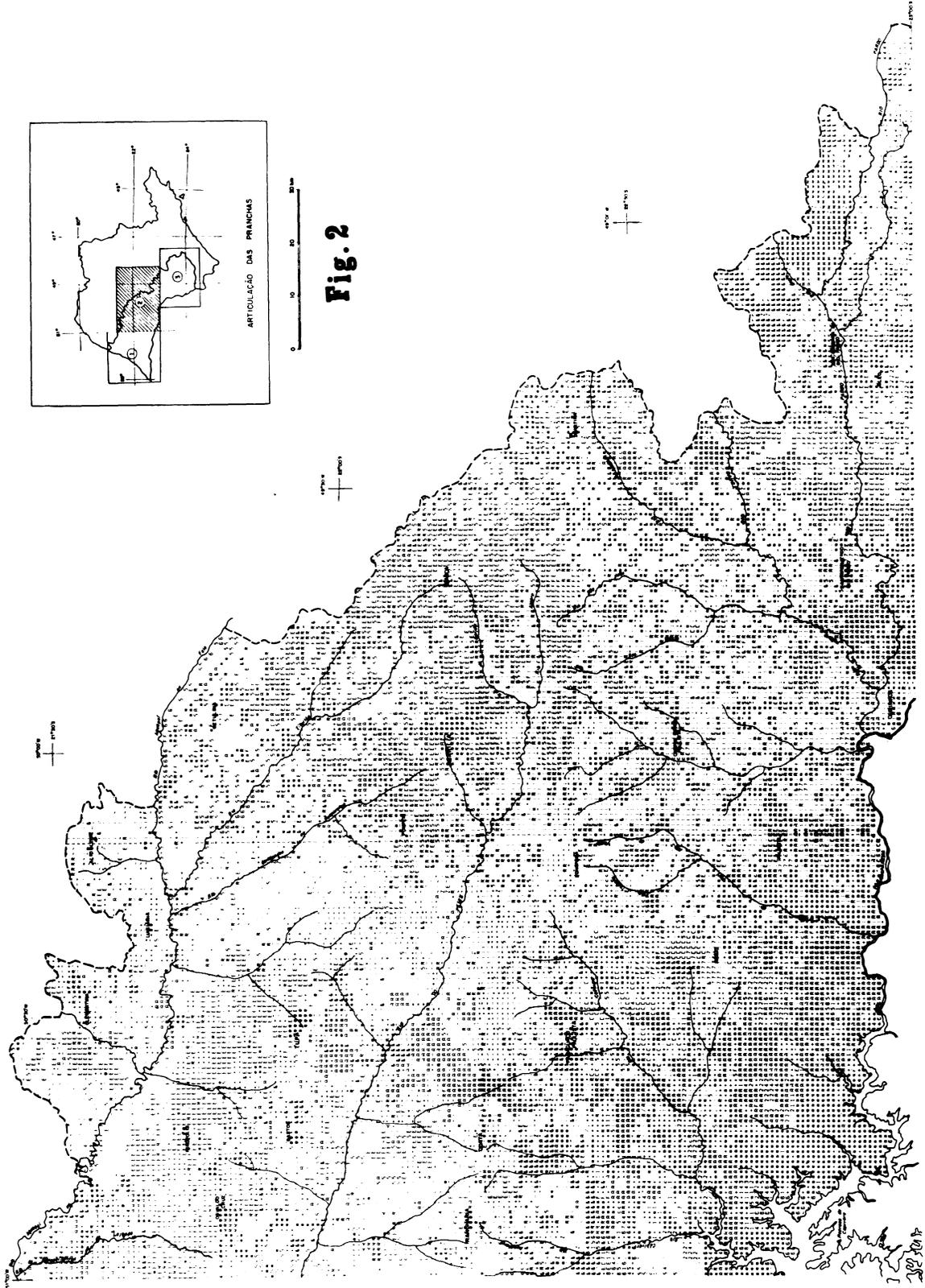


Fig. 2

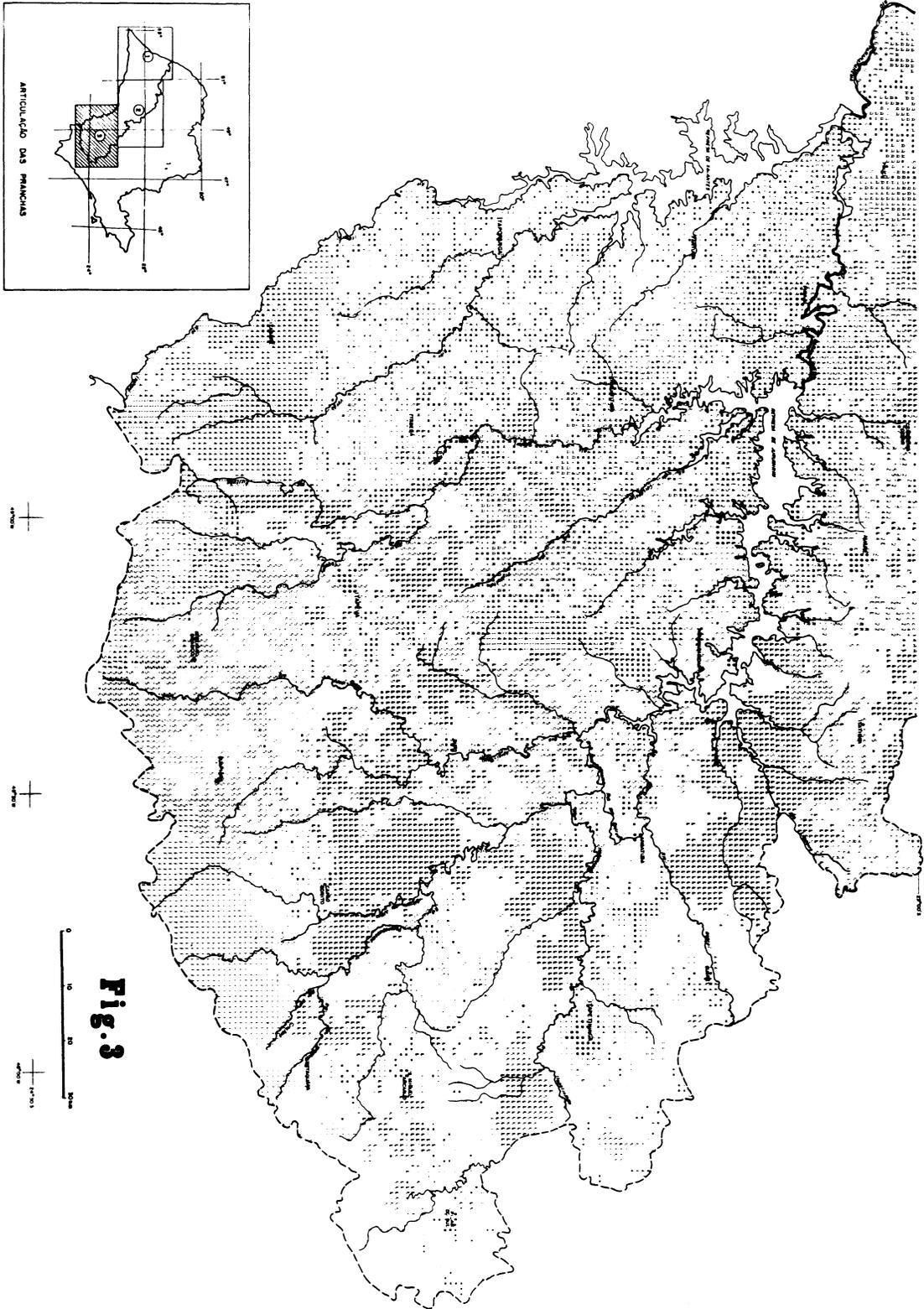


Fig. 3