

INPE 302-RI/35c

Projeto SERE

*Resultados Preliminares obtidos com Imagens  
do Satélite ERTS-1, para encaminhamento à  
COBAE.*

Janeiro 1973

cc.: 25



PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA  
CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS  
INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS  
São José dos Campos - Estado de S. Paulo - Brasil

*RESULTADOS PRELIMINARES OBTIDOS COM IMAGENS  
DO SATÉLITE ERTS-1, PARA ENCAMINHAMENTO À  
COBAE.*

*O material contido neste quarto relatório  
sobre imagens do satélite de recursos naturais (ERTS-1) foi autorizado  
pelo abaixo assinado.*

*Fde Mendonça*  
Fernando de Mendonça

Diretor Geral

## ÍNDICE

### CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	1
----------------------------	---

### CAPÍTULO II

GEOGRAFIA/CARTOGRAFIA TEMÁTICA .....	7
II.1 - INTRODUÇÃO .....	7
II.2 - INTERPRETAÇÃO .....	8
II.3 - CONCLUSÕES .....	17

### CAPÍTULO III

RECURSOS DO SOLO .....	19
III.1 - INTRODUÇÃO .....	19
III.2 - MÉTODO DE INTERPRETAÇÃO E MATERIAL USADO .	19
III.3 - RESULTADOS E CONCLUSÕES .....	22

### CAPÍTULO IV

RECURSOS MINERAIS .....	25
IV.1 - INTRODUÇÃO .....	25
IV.2 - INTERPRETAÇÃO .....	26
IV.3 - CONCLUSÕES .....	31

## CAPÍTULO V

RECURSOS DO MAR .....	33
V.1 - INTRODUÇÃO .....	33
V.2 - INTERPRETAÇÃO .....	37
V.3 - CONCLUSÕES .....	47

## CAPÍTULO I

### CONSIDERAÇÕES GERAIS

Três outros relatórios relativos à interpretação de imagens do Satélite ERTS-1 já foram apresentados à Comissão Brasileira de Atividades Espaciais, os de números INPE-256-RI/35, INPE-256-RI/35a, INPE 269-RI/35b. O presente refere-se à mais recente remessa de imagens a este Instituto endereçada pela NASA.

A figura I.1 apresenta as áreas do território nacional já cobertas pelo Satélite ERTS e das quais este Instituto já possui imagens remetidas pela NASA. Neste relatório está apresentada apenas a interpretação de parte dessas imagens embora os pesquisadores do Projeto SERE do INPE tenham extendido o trabalho às demais, não o sendo aqui exposto a fim de evitar um documento excessivamente volumoso. O critério usado na escolha dessas áreas foi o de apresentar algo que fosse elucidativo da potencialidade das imagens orbitais, e que envolvesse algum aspecto curioso e de interesse geral. Ressalta-se tratar-se de um trabalho de caráter essencialmente preliminar, dado o curto espaço de tempo no qual foi realizado.

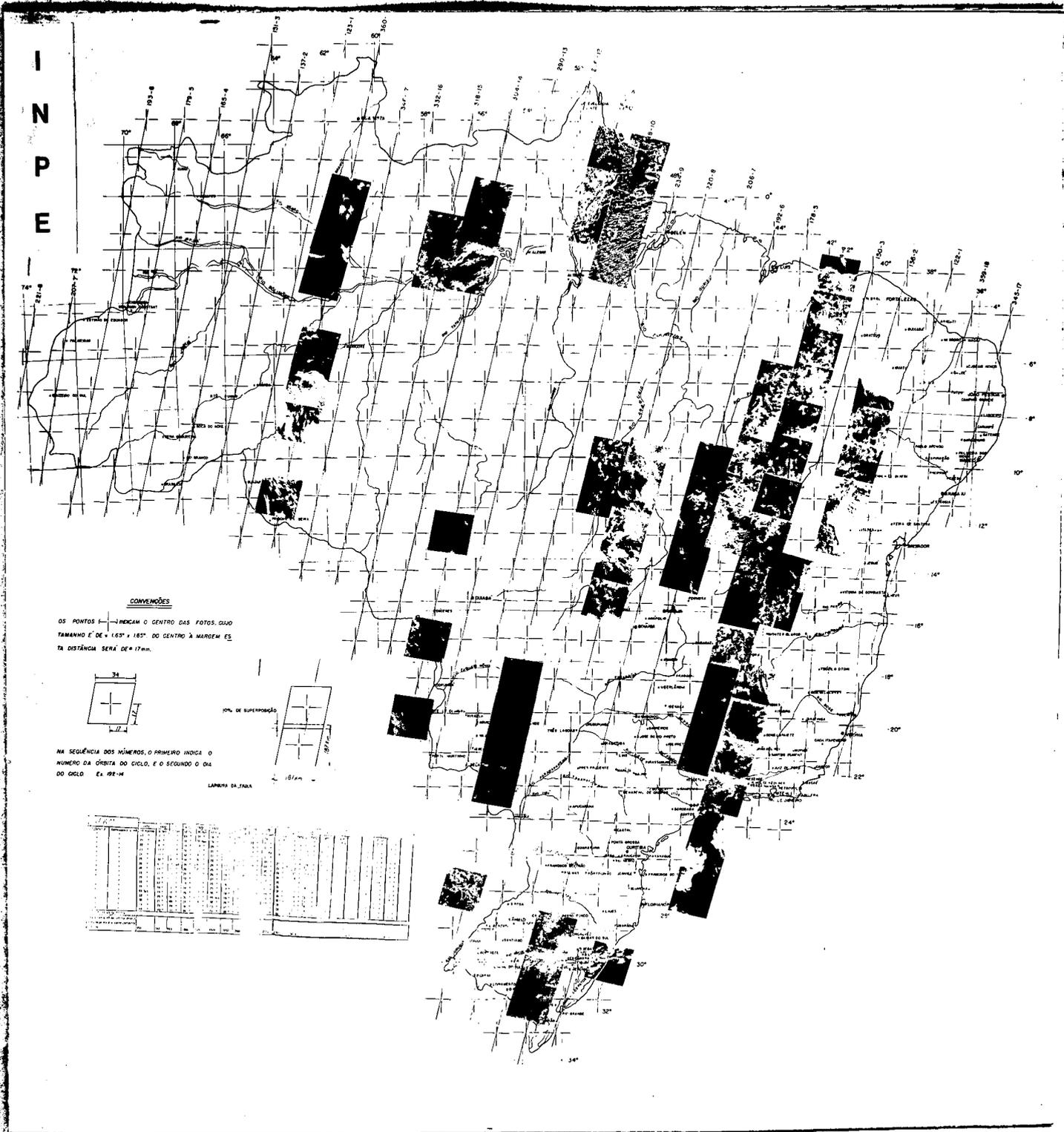


Fig. I-1 - Mapa do Brasil com localização das imagens do ERTS recebidas da NASA

O relatório está dividido em capítulos assim distribuídos:

Capítulo I, o presente;

Capítulo II, Geografia/Cartografia Temática, com vistas ao ressaltamento da importância da utilização de imagens do ERTS para mapeamento e confecção de cartas temáticas, bem como estudos de Geografia regional;

Capítulo III, Recursos do Solo, voltado para o estudo dos aspectos relativos à Agricultura e à Silvicultura, e alguns comentários sobre hidrologia das áreas;

Capítulo IV, Recursos Minerais, dedicado ao estudo dos aspectos relativos à Geologia;

Capítulo V, Recursos do Mar/Hidrografia, onde são apresentados estudos breves sobre Oceanografia Física e Biológica e Hidrografia.

Com vistas a um melhor entendimento do que será ventilado, estão apresentadas abaixo algumas informações gerais sobre o Satélite ERTS-1, lançado pela Agência Espacial dos EE.UU. (NASA), em 23/7/72.

A órbita do Satélite ERTS-1 é quase circular (0,0001 de excentricidade), sol-síncrona e quase polar (mantém uma inclinação constante de 99,008 graus com o plano equatorial). Com esta órbita, os sensores do satélite imageiam uma mesma área sempre com aproximadamente o mesmo ângulo de iluminação solar. A faixa da superfície da Terra coberta pelos sensores é contínua possuindo 100 milhas náuticas (aprox. 187 km) de largura e cada área é repetitivamente imageada cada 18 dias à mesma hora local. Os equipamentos controladores da atitude do satélite detetam erros de posição de modo que o satélite seja posicionado corretamente com erros inferiores a 0,7 graus com relação aos tres eixos de posição. Os parâmetros orbitais do satélite são ajustados de modo que faixas adjacentes tenham uma superposição de pelo menos 10% em cada lado, na ausência de erro de atitude.

A órbita do ERTS tem o semi-eixo maior igual a 7.300 km e um período de 103 minutos aproximadamente. As longitudes geográficas de duas passagens subsequentes do ERTS sobre o Equador diferem de 25,8167 graus (para o oeste). Coberturas de faixas adjacentes ocorrem a cada 14 revoluções e estão separadas em longitude de 1,4338 graus, ou seja, 160 km no Equador. No fim de 18 dias, ou da conclusão de 251 revoluções, o período de cobertura é completado.

O Satélite ERTS-1 possui dois tipos de sensores principais. Return Beam Vidicon (RBV) e Multispectral Scanning System (MSS). Os mesmos operam nas seguintes bandas espectrais:

SENSOR	CANAIS	FAIXA ESPECTRAL ( $\mu$ )	
RBV	1	0,475 a 0,575	azul-verde
	2	0,580 a 0,680	laranja-vermelho
	3	0,690 a 0,830	vermelho
MSS	4	0,500 a 0,600	verde e laranja
	5	0,600 a 0,700	laranja e vermelho
	6	0,700 a 0,800	vermelho e IV próximo
	7	0,800 a 1,100	infravermelho próximo

As imagens analisadas neste relatório referem-se a estes últimos quatro canais-imageador multiespectral (MSS).

Trabalharam na elaboração deste relatório dez pesquisadores dos quatro grupos disciplinares do Projeto SERE/INPE, nominalmente:

Geografia

José Carlos Godoy Camargo

Celina Foresti

Recursos do Solo

Abílio C. Tardin

Almir Gomes de Souza

Armando Pacheco dos Santos

Recursos Minerais

Clóvis Carlos Carraro

José Bonifácio de Almeida e Souza

João Augusto Dantas de Oliveira

Recursos do Mar

Renato Herz

Revisão feita por

E. B. Teracine

F. de Mendonça

## CAPÍTULO II

### GEOGRAFIA/CARTOGRAFIA TEMÁTICA

#### II.1 - INTRODUÇÃO

A Geografia nas últimas décadas passou por constantes mudanças à procura de maior rigor científico e de intensa sistematização, sendo considerada atualmente de grande importância para as sociedades modernas, pois se preocupa com o Homem e mostra como este organiza o espaço terrestre.

O conceito moderno de Geografia faz da mesma uma ciência de grande aplicação, especialmente pela contribuição em Planejamentos Regionais, na medida em que procura mostrar soluções para uma melhor organização do espaço pelo Homem.

A obtenção de imagens orbitais a partir de satélites, tais como as do ERTS, vem enriquecer o sistema de aquisição de informações. Estando essas imagens numa escala de aproximadamente ..... 1:1.000.000 possibilitam uma visão de conjunto de grandes áreas, favorecendo melhor compreensão do quadro natural que é a base para a fixação do Homem. Essas imagens, que de acordo com a escala são consideradas de nível nacional, são também de grande valia para um dos mais importantes setores da Geografia Aplicada, que é a confecção de Car-

tas Temáticas ou Cartografia Geográfica, possibilitando um mapeamento atualizado ou mesmo a correção de mapas já existentes. Para um país de grande extensão territorial como é o caso do Brasil, essas cartas servirão de base para planejamentos futuros, permitindo uma ocupação organizada e racional de grandes áreas ainda quase intactas como é o caso da Amazônia.

A análise de imagens em nível nacional, auxiliada por uma base cartográfica mais precisa, permite estudos mais detalhados de um problema de vital importância, como é o caso das fronteiras do país que poderão ser melhor levantadas e demarcadas.

## II.2 - INTERPRETAÇÃO

As imagens multiespectrais a serem interpretadas são as de nº E-1105-12532-501 com coordenadas de centro  $30^{\circ}16'S$  e  $53^{\circ}03'W$  e E-1105-12535-501 com coordenadas de centro  $31^{\circ}42'S$  e  $53^{\circ}28'W$  que cobrem a porção Meridional do Rio Grande do Sul, abrangendo ainda uma pequena porção do Uruguai. A interpretação dessas imagens se restringiu apenas ao canal 5, pois foi o que melhor se apresentou para nossos interesses.

Da análise visual das imagens se pôde observar o seguinte:

- a. No canal 5 a rede de drenagem é facilmente visualizada, podendo-se assim levantar toda uma bacia hidrográfica, desde os rios principais até os pequenos afluentes.
- b. O rio Jacuí, principal curso d'água abrangido pela imagem da figura II.2 pode ser facilmente levantado juntamente com seus afluentes principais. É possível ainda o reconhecimento limítrofe da bacia hidrográfica e da drenagem que pode ser classificada como sendo do tipo dendrítica.
- c. Na mesma imagem comentada acima pôde-se levantar, também, parte da bacia do Rio Camaquã.
- d. Pela própria orientação dos rios, uns afluentes do rio Jacuí e outros do rio Camaquã são perfeitamente caracterizados os principais divisores d'água, de grande importância para estudos de Geografia Regional.
- e. Na imagem da figura II.4 observa-se o perfeito delineamento da Lagoa Mirim podendo ser facilmente restituída. Nas margens da lagoa existem manchas pretas onde são reconhecidas áreas de alagadiço e áreas facilmente comprovados pelos mapas existentes.
- f. Comparando-se a forma geométrica definida pelos limites da lagoa nas imagens do ERTS com um mapa da USAF (1965) da mesma área e na mesma escala, notam-se.

- diferenças cartográficas que poderão ser introduzidas nos mapas já existentes (figuras II.3 e II.4).
- g. A nítida definição da cidade de Bajê permite notar a perfeita delimitação da área urbanizada. É a principal cidade da Região. Isso pode ser notado pelo tamanho da cidade em relação às demais. Como seus limites são bem visíveis pôde-se calcular aproximadamente o total de área urbanizada (figura II.4). Comparando-se a área ocupada pela cidade de Bagé, na imagem do ERTS com o mapa da USAF (mesma escala) nota-se já grande diferença no tamanho e forma da cidade (figuras II.3 e II.4).
- h. As cidades de Caçapava do Sul, Cachoeira do Sul, Encruzilhada do Sul e Lavras do Sul, também podem ser observadas na figura II.4. Notar a diferença entre o tamanho destas cidades e a de Bajê.
- i. As estradas são perfeitamente visíveis nessas imagens, podendo-se inferir as cidades de maior importância pelo número de estradas que a elas convergem. Notar o caso da cidade de Bajê que se constitui no maior centro urbano da área.(figura II.4).
- j. A estrada que liga Bagé à cidade de Pelotas é uma das principais rodovias da região podendo ser perfeitamente visualizada (figura II.4). Além das estradas principais notam-se rodovias secundárias poden-

A figura que se segue é cópia fotogrãfica do mapa da USAF da área estudada, para efeito de comparações com a imagem do Satélite ERTS.

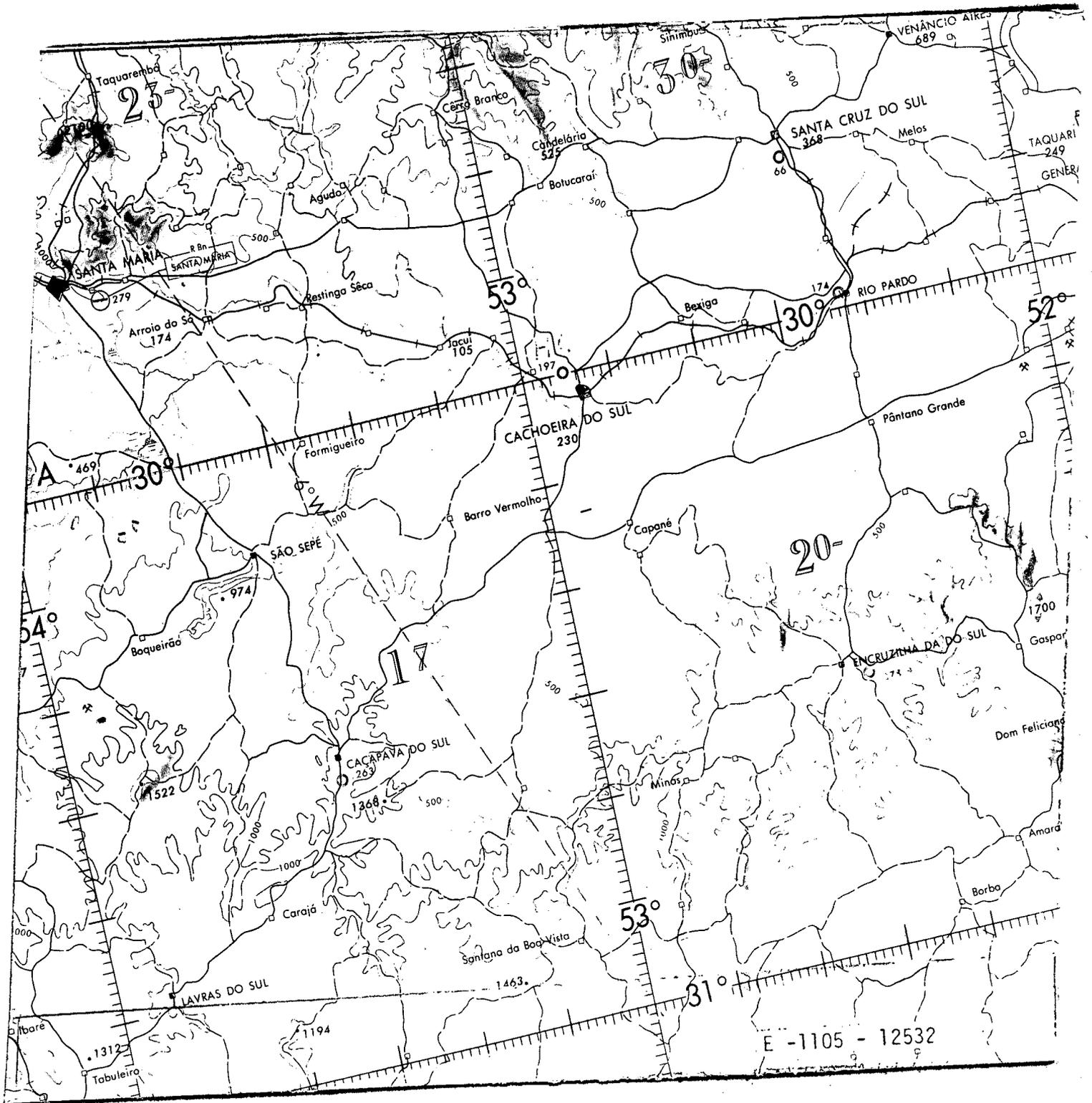


Fig. II.1 - Mapa da U.S.A.F. na escala 1:1.000.000

INTERPRETAÇÃO GEOGRÁFICA

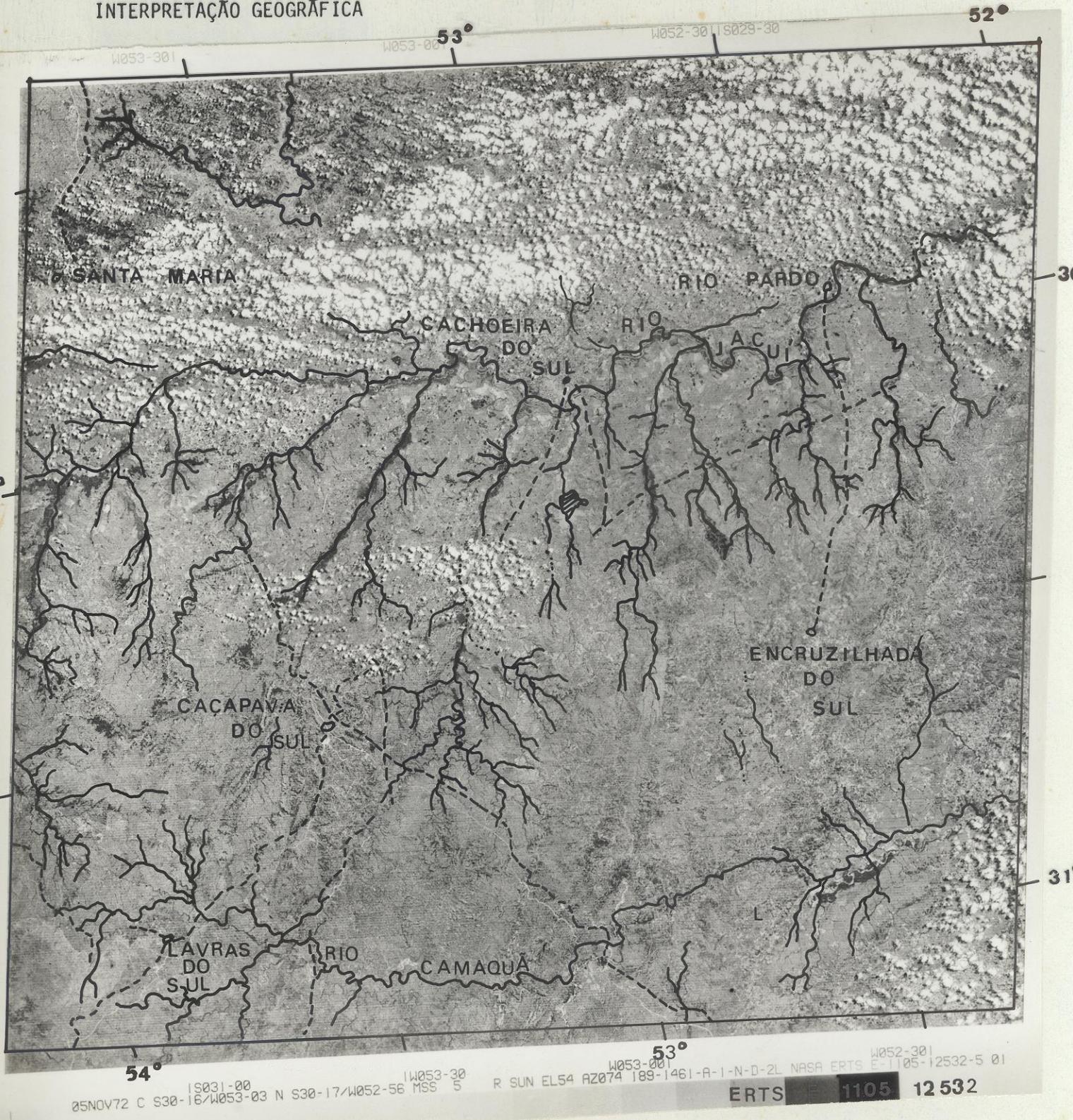


Fig. II.2 - Imagem ERTS Nº 12532 - canal 5.

LEGENDA:  Rios  Estradas  Cidade  Represa

A figura que se segue é cópia fotográfica de mapa da USAF correspondente à área da imagem (na mesma escala), para efeito de comparação das diferenças cartográficas que poderão ser introduzidas nos mapas já existentes.

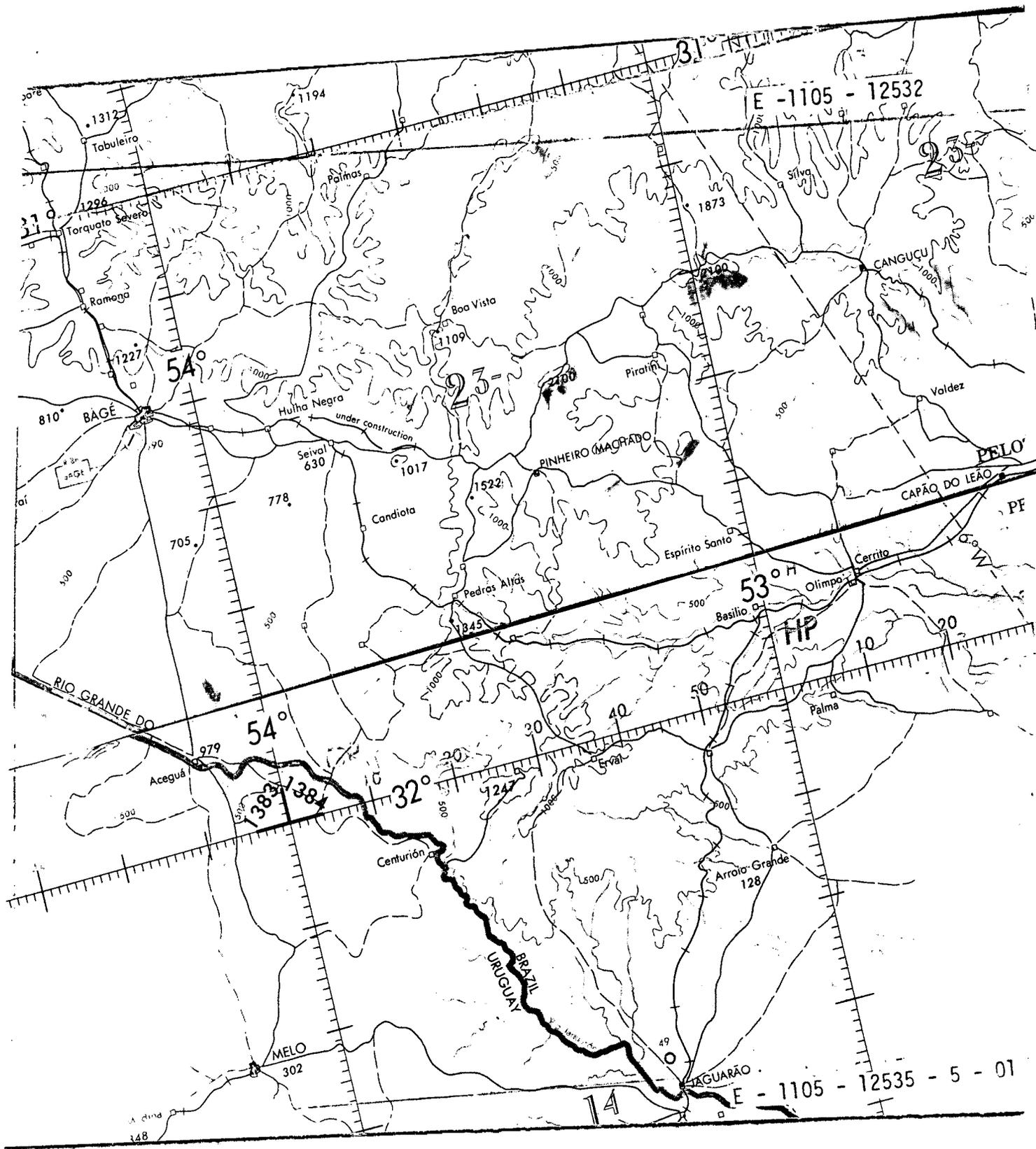


Fig. II.3 - Mapa da U.S.A.F. na escala 1:1.000.000



do-se também levantar quase toda a rede viária da região.

### II.3 - CONCLUSÕES

- a. Todos os fatos interpretados acima tais como bacias hidrográficas, divisores de água, cidades, estradas, etc., são de grande importância para estudos geográficos e podem ser materializados em cartas temáticas que servirão de base para estudos posteriores de planejamentos e de organização do espaço físico.
- b. Essas imagens, na escala de 1:1.000.000 são de vital importância também para a correção de mapas já existentes na mesma escala. É o caso da diferença de contorno da Lagoa Mirim apresentada no mapa da USAF e na imagem do ERTS (figuras II.3 e II.4).
- c. O levantamento de bacias hidrográficas permite o reconhecimento e delimitação de regiões naturais, possibilitando ainda a classificação dessas bacias o que permite estudos de escoamento e captação d'água, que influem diretamente na construção de pontes e barragens.
- d. A demarcação de cidades possibilita o levantamento de toda uma rede urbana. Facilita estudos da estrutura urbana, da localização dessas cidades em relação

ao estado ou país, das distâncias que as separam e grau de importância em função do tamanho de cada uma delas.

e. Finalizando deve-se ressaltar que imagens como a NQ E-1105-12535-501 ( $31^{\circ}42'S$  e  $53^{\circ}28'W$ ) que abrangem porções de países vizinhos permitem um estudo mais detalhado e preciso das nossas fronteiras, assunto de vital importância para o país.

### CAPÍTULO III

#### RECURSOS DO SOLO

##### III.1 - INTRODUÇÃO

Para efeito do presente relatório a análise preliminar refere-se ao conjunto de imagens multiespectrais nº 1105-12532 tomadas sobre o Estado do Rio Grande do Sul ( $53^{\circ}03'W - 30^{\circ}17'S$ ) cobrindo as cidades de Santa Maria, Cachoeira do Sul, Caçapava do Sul e outras. As imagens foram tomadas em 05 de novembro de 1973, época de preparo do solo, plantio e início do desenvolvimento de algumas culturas anuais.

##### III.2 - MÉTODO DE INTERPRETAÇÃO E MATERIAL USADO

O método de interpretação foi apenas o visual. Foram usadas cópias em papel dos canais 4, 5 (figura II.2), 6 e 7, transparências de 23 x 23 cm dos canais 5 e 7 e uma ampliação do canal cinco (0.6-0.7  $\mu$ ) para a escala de 1:500.000 (figura III.1). Como auxílio visual foi feita uma composição a cores usando o "Color Additive Viewer", a partir dos canais 4,5, e 7 com imagens de 70 x 70 mm.

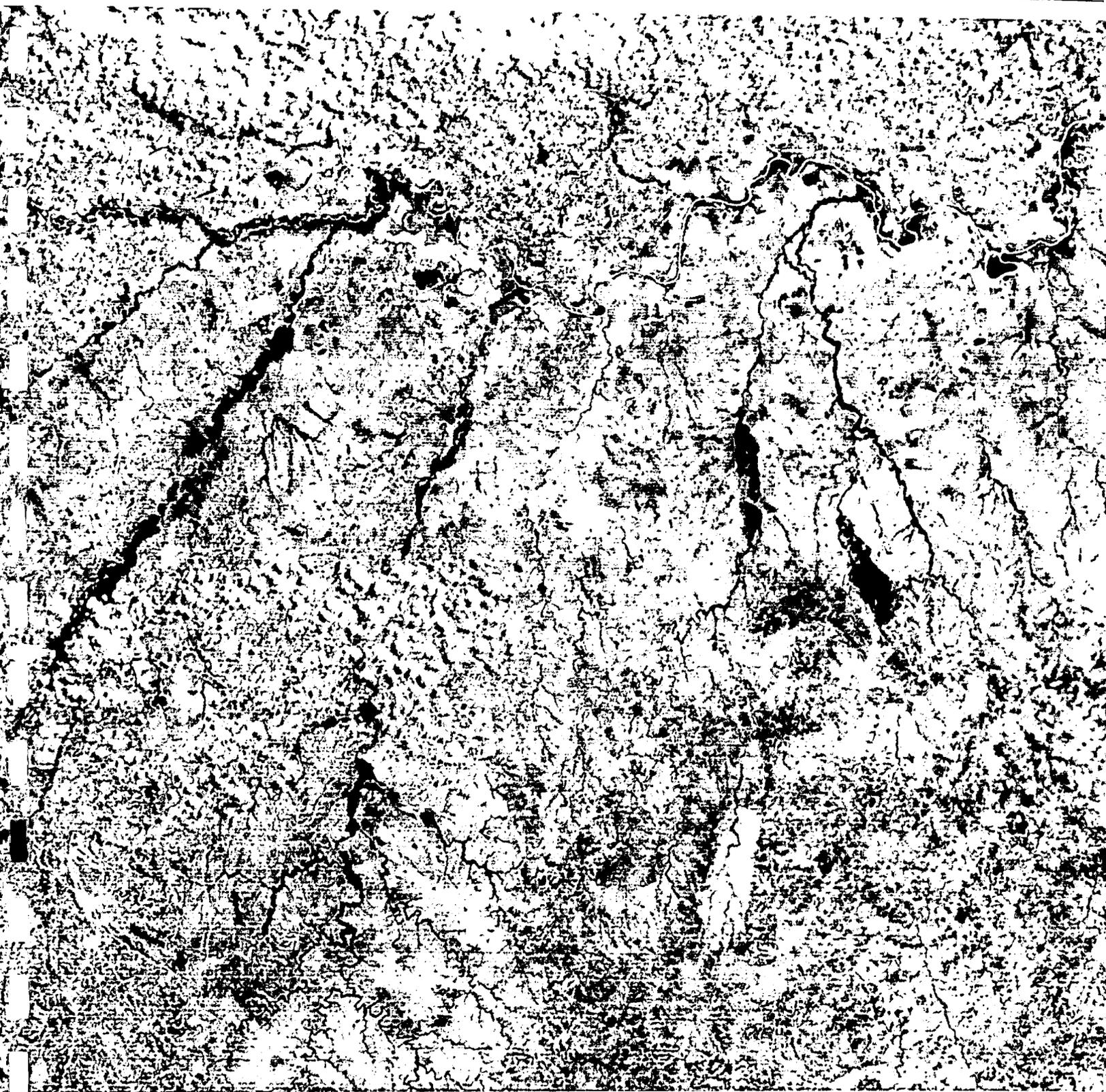
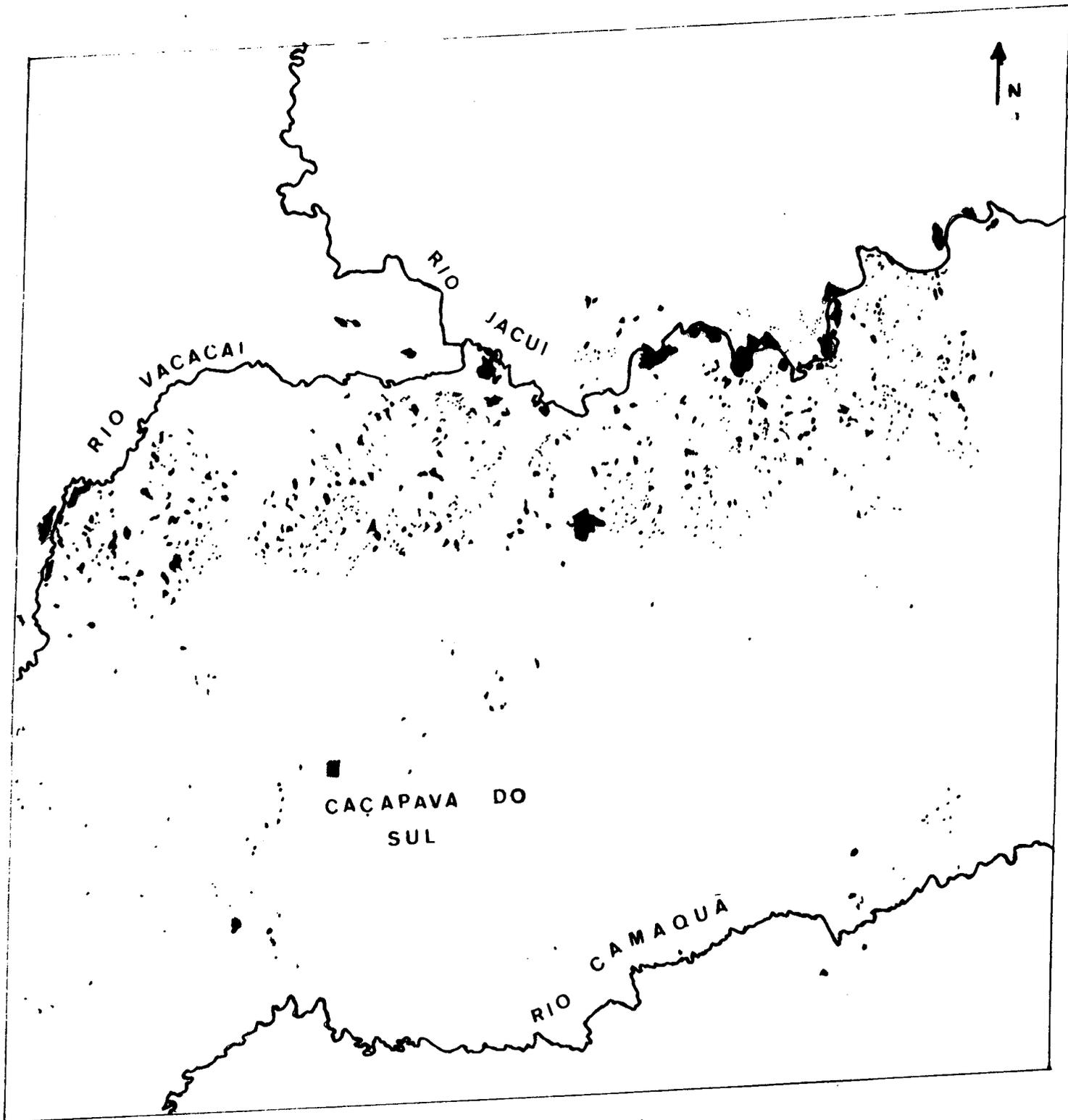


Fig.III.1 - Parte da imagem do canal 5 ampliada para a escala de 1:500.000. Observar no canto inferior esquerdo a cidade de Caçapava do Sul, as áreas com florestas e as ocupadas com diferentes tipos de exploração agro-pastoril.



- Lagos, Açudes e Alagadiços.

Fig. III.2 - Rede de Lagos e açudes e alagadiços à margem direita do Rio Jacuí (Escala 1:1.000.000).

### III.3 - RESULTADOS E CONCLUSÕES

A análise do material disponível levou mesmo sem controle de campo e sem dados coletados em outros níveis, as seguintes observações importantes:

- a. O mapeamento da distribuição dos lagos e açudes ao longo da margem direita do Rio Jacuí (figura III.2) foi possível com auxílio dos canais 6 e 7. Uma ampliação do canal sete para a escala de 1:500.000 ou escala maior teria possibilitado um mapeamento mais preciso. O número de lagos e demais corpos hídricos poderia ser contado e sua área superficial estimada. Observações na margem esquerda não foram possíveis em razão da ocorrência de nuvens naquela região no dia da tomada dos dados pelo satélite.  
A grande concentração de corpos hídricos ao longo do Rio Jacuí se deve à grande ocorrência da cultura de arroz, segundo dados do IRGA e do ASCAR. Para melhor orientação da figura III.2 reportar à Interpretação Geográfica da figura II.2.
- b. Um mapa temático (figura III.3) foi obtido pela análise combinada dos quatro canais do MSS na escala de 1:1.000.000. As seguintes categorias puderam ser



separadas, com relativa facilidade: Culturas anuais, Pastagem, Florestas e a Combinação entre elas. Informações adicionais sobre condições do solo podem ser obtidas pela análise do canal 6.

- c. Uma análise do canal cinco para a escala de 1:500.000 (figura III.1) mostra que é possível a obtenção de um mapa temático mais preciso. O contorno de vegetação mais alta (matas, vegetação arbustiva, matas de galeria, etc.) pode ser delimitado. Áreas de cultura como ao longo do Rio Jacuí podem ser delimitadas pela análise conjunta dos quatro canais. A análise quando feita com imagens tomadas em épocas diferentes ao longo do ciclo das culturas, com auxílio de especialistas regionais e de amostragens com aeronaves em escalas intermediárias, em trechos previamente selecionados sobre a imagem do ERTS, poderia levar a resultados bem mais completos sobre o uso atual e potencial dos solos da região.

## CAPÍTULO IV

### RECURSOS MINERAIS

#### IV.1 - INTRODUÇÃO

Foram escolhidas duas imagens do ERTS para análise e interpretação geológica de área do Estado do Rio Grande do Sul. A seleção baseou-se na importância econômico-mineral da região aliada à existência de mapas geológicos recentes.

As imagens abrangem a parte central do núcleo uruguaio-sul-riograndense do Escudo Brasileiro, especificamente toda a área denominada "Polígono Cuprífero Riograndense". Por esta razão tem sido mapeada exhaustivamente desde 1875, quando Gorceix fez os primeiros trabalhos geológicos que se tem notícia na região de Caçapava do Sul.

Para fins de comparação utilizou-se o Mapa Geológico da Quadrícula de Caçapava do Sul de Ribeiro, M. et alii (1966) e Mapa Geológico da Quadrícula de Encruzilhada do Sul de Tessari, R. et alii ... (1966), ambos na escala de 1:250.000. Uma redução a cores destes mapas para a escala da imagem está reproduzida na figura IV.1.

## IV.2 - INTERPRETAÇÃO

### a. Imagem ERTS-1105-12532

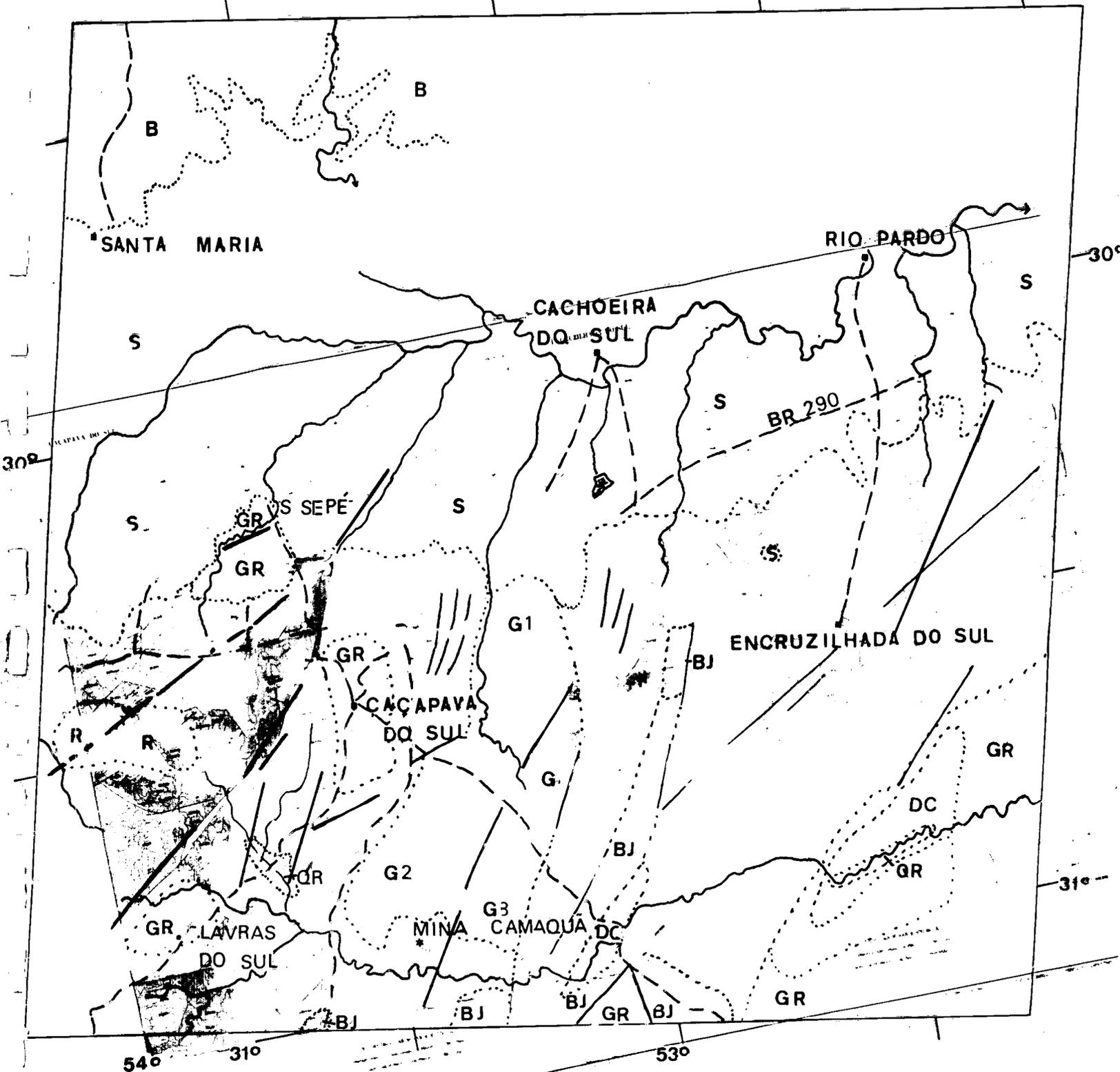
A imagem de coordenadas de centro  $30^{\circ}16'S$  e  $53^{\circ}03'W$ , foi analisada nos quatro canais separadamente e também na composição a cores. O resultado da interpretação, transcrito abaixo, pode ser melhor visualizado no esboço geológico desenhado em transparência sobre a figura IV.1.

#### Canal 4

As rochas graníticas de Caçapava do Sul aparecem com tom cinza mais escuro que as rochas circundantes, exibem na imagem textura característica e podem ser delimitadas. As rochas basálticas ao norte de Santa Maria se confundem com as sedimentares. De um modo geral imagens neste canal apresentam pouco contraste entre diferentes litologias, sendo por esta razão de difícil interpretação.

#### Canal 5

Esta imagem reproduzida na figura II.2, apresenta grande contraste entre litologias, sendo a de melhores condições para a interpretação geológica. Os basaltos da Formação Serra Geral a noroeste são diferentes por tom de cinza escuro na escarpa da Serra e textura uniforme no planalto. O granodiorito de Caça



### CONVENÇÕES

ERTS E 1105\_12532

QR - Aluviões - depósitos não consolidados  
 B - Lavas Basálticas da formação Serra Geral  
 S - Rochas Sedimentares da Bacia do Paraná  
 DC - Rochas Sedimentares da Formação Caneleiras  
 G - Rochas Sedimentares da Formação Guaritas

R - Lavas Riolíticas  
 BJ - Arenitos Arcosianos da Formação Bom Jardim  
 GR - Granitos  
 ..... Contato Geológico  
 — Falha e Lineação

Interpretação geológica da imagem ERTS 12532 na escala 1:1.000.000.

Fig. IV.1-Mapa Geológico da Quadrícula de Caçapava do Sul e Encruzilhada do Sul na Escala 1:1.000.000.

pava do Sul apresenta na imagem tom escuro e textura característica que o diferencia das rochas metasedimentares circundantes. O granito Dom Feliciano, na região de Encruzilhada do Sul, também é característico. Menos evidentes são as rochas graníticas de São Sepê e Lavras do Sul; o granito São Sepê está em parte coberto por fina camada de arenito que evidentemente perturba a interpretação. As lavas riolíticas a oeste tem delimitação bem definida. A Formação Guaritas, a leste de Caçapava do Sul, apresenta na imagem tom cinza claro no norte (G1) e escuro no Sul (G2), porém a região típica da Formação (G3), a nordeste da Mina Camaquã, apresenta textura bem caracterizada, evidenciando a falta de cobertura de solo e vegetação.

#### Canal 6

A imagem no canal 6 foi utilizada com sucesso na separação entre rochas sedimentares da Bacia do Paraná, que afloram ao longo do Rio Jacuī, e rochas do Escudo Brasileiro. Não foi possível entretanto a separação entre as diferentes litologias nesta região devido à uniformidade de textura e tom de cinza. Também ficaram evidentes as rochas sedimentares da Formação Caneleiras, próxima do rio Camaquã.

### Canal 7

Lineações e falhas foram mapeadas na imagem deste canal. Deve-se ressaltar que algumas lineações não mapeadas ou falhas somente esboçadas nos mapas geológicos aparecem com clareza nesta imagem. Os depósitos não consolidados (Recente), ao longo dos rios apresentam na imagem bom contraste com as demais litologias. Interpretação de imagem neste canal torna-se importante pois foi observado que nesta região toda a mineralização cuprífera está associada com falhas de direção nordeste.

### Composição a cores

Foi feita uma composição das imagens dos canais 4, 5 e 7, usando-se o aparelho I<sup>2</sup>S com filtros respectivamente azul, verde e vermelho. Teve-se deste modo uma imagem similar a de filme infravermelho falsa cor. A análise mostrou que de um modo geral a interpretação é mais difícil e a separação entre litologias menos evidente que a obtida pela análise das imagens nos canais em separado. Uma exceção é o contato sul da Formação Guaritas, próximo à Mina Camaquã, somente esboçado depois desta análise.

b. Imagem ERTS-1105-12535.

Esta imagem, de coordenadas de centro  $31^{\circ}42'S$  e  $53^{\circ}28'W$ , abrange área do Rio Grande do Sul e Uruguai imediatamente ao sul da imagem anterior. A interpretação geológica, feita de maneira similar, está esboçada na figura IV.2; devido à inexistência de mapas geológicos da região, não foi possível fazer-se comparação.

Canal 4

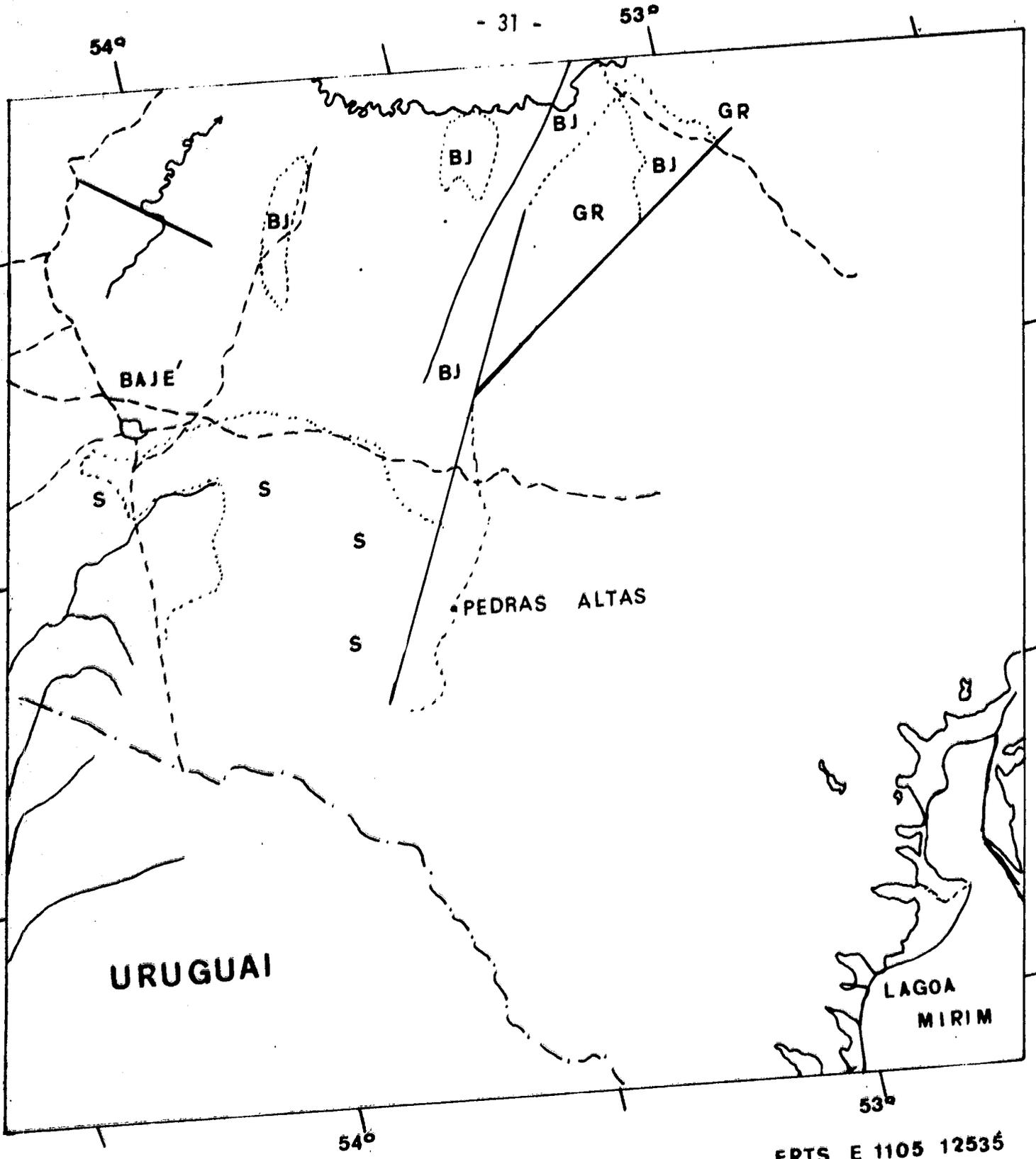
Apesar de ter melhor contraste, ainda é difícil a interpretação geológica da imagem neste canal. As rochas da Formação Bom Jardim destacam-se das demais pelo tom cinza claro.

Canal 5

Continua sendo a imagem com o melhor contraste. Por similaridade com a imagem do norte, pôde-se destacar áreas com Formação Bom Jardim, com tom cinza claro e granitos, pela textura característica e com cinza escuro a médio.

Canal 6 e 7

Também apresentou ótimo contraste; a interpretação das rochas sedimentares a sudeste de Bajé foi possível. A grande falha com direção nordeste que ocorre



CONVENÇÕES

- S - Rochas sedimentares da Bacia do Paraná
- BJ- Arenitos Arcosianos da Forma o Bom Jardim
- GR- Granitos

Fig. IV.2 - Interpreta o geológica da imagem ERTS 12535 na escala 1:1000.000.

próximo a Pedras Altas, bastante conhecida na literatura geológica, está bem evidente nestas imagens.

#### IV.3 - CONCLUSÕES

A interpretação das imagens parece à primeira vista pobre, se comparada com mapa geológico da área. No entanto, deve-se ter em vista que a área é de geologia complicada e que o mapa geológico, aqui reduzido para escala de foto, representa intensos trabalhos de campo. Verificou-se que as grandes unidades litológicas podem ser reconhecidas, embora os contatos geológicos não tenham a mesma precisão de detalhe que o desenhado a partir de fotos 1:60.000, como foi o material usado para o mapa.

Tendo em vista melhor precisão no desenho dos contatos, ampliou-se uma imagem (2x) para a escala 1:500.000 (figura III.1). Verificou-se que:

- a. litologias não discerníveis na escala 1:1000.000 foram identificadas;
- b. as rochas sedimentares da Bacia do Paraná foram separadas mesmo no canal 5;
- c. os contatos foram desenhados com maior riqueza de detalhes.

Por estas razões, sugere-se a interpretação de imagens na escala 1:500.000 sempre que a geologia por sua complexidade, assim o exigir.

Deve-se observar que a escala usada (1mm = 1 km) não permite resolução de áreas pequenas, ficando as litologias com pouca extensão aflorante englobadas pelas maiores. É o que ocorre com os xistos que circundam o granodiorito de Caçapava do Sul e os andesitos intercalados nos sedimentos da Formação Bom Jardim.

A interpretação de falhas e alinhamentos é feita vantajosamente na imagem do ERTS - canal 7 devido ao bom contraste e principalmente pela visão de conjunto de uma grande área (185 km x 185 km), impossível de ser obtida em fotografias aéreas pela escala muito grande ou baixa qualidade de mosaicos.

CAPÍTULO V

RECURSOS DO MAR

V.1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo refere-se à análise de quatro imagens multiespectrais da região litorânea do Estado do Rio Grande do Sul, obtidas no dia 3 de novembro de 1972 (SOL EL54 AZ073) durante a órbita 189, pelo satélite ERTS-1.

As imagens obtidas em cada um dos canais espectrais (nº 4,5,6 e 7) representam informações relativas à energia refletida pelos diferentes elementos que compõem a cena nas faixas correspondentes.

A partir destas imagens foi possível construir uma imagem colorida através da composição aditiva das cores primárias que se fez passar através de cada um dos seus diapositivos multiespectrais. Tal processamento foi feito através do I<sup>2</sup>S Viewer nos laboratórios do INPE e tal composição é mostrada na figura V.7 desde sua reprodução.

Nas figuras V.1 e V.2 pode-se ter uma avaliação do comportamento da atenuação da luz que penetra na água do mar para diferentes comprimentos de onda e diferentes tipos de água.

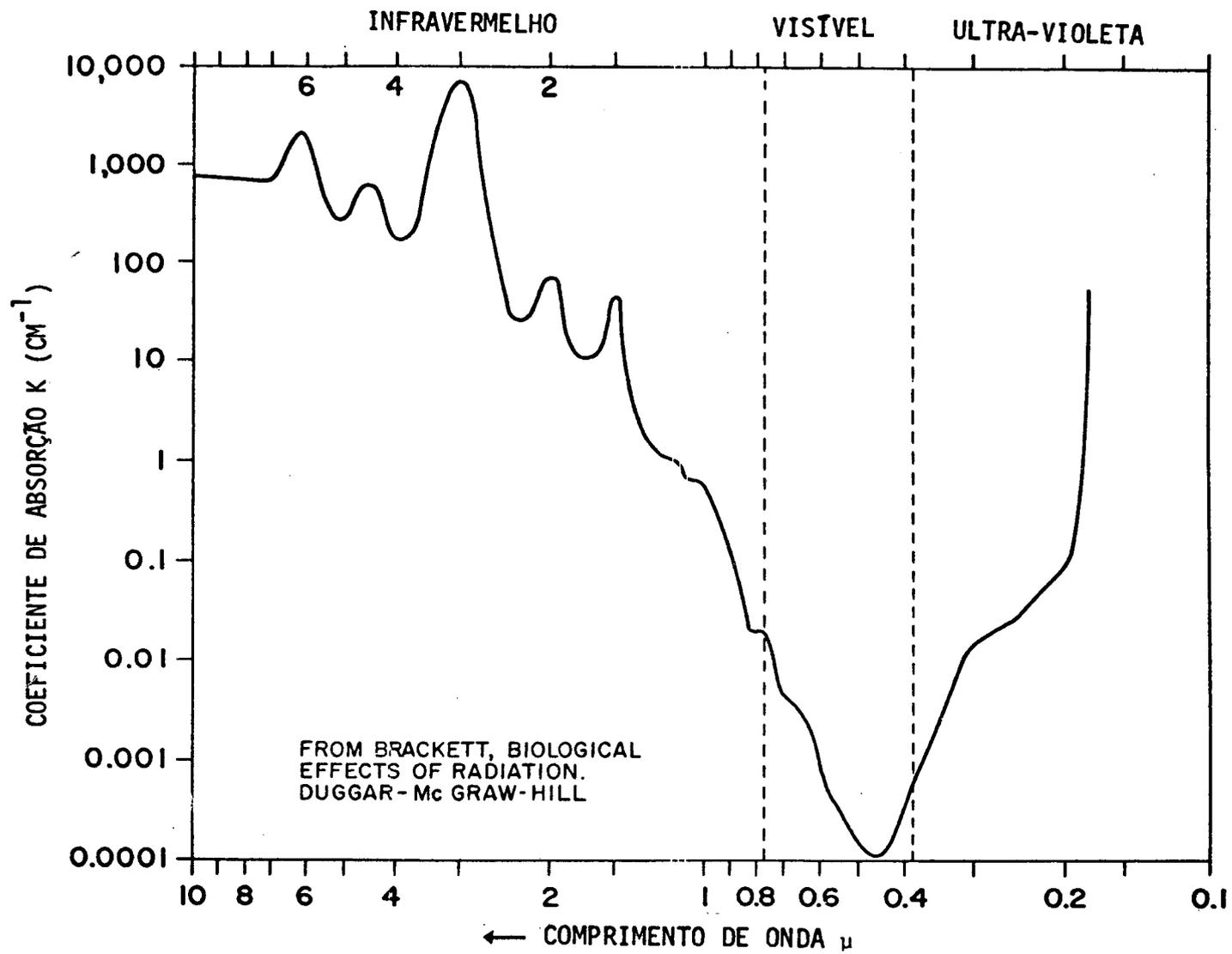


Fig. V.1 - Absorção da radiação pela água do mar.

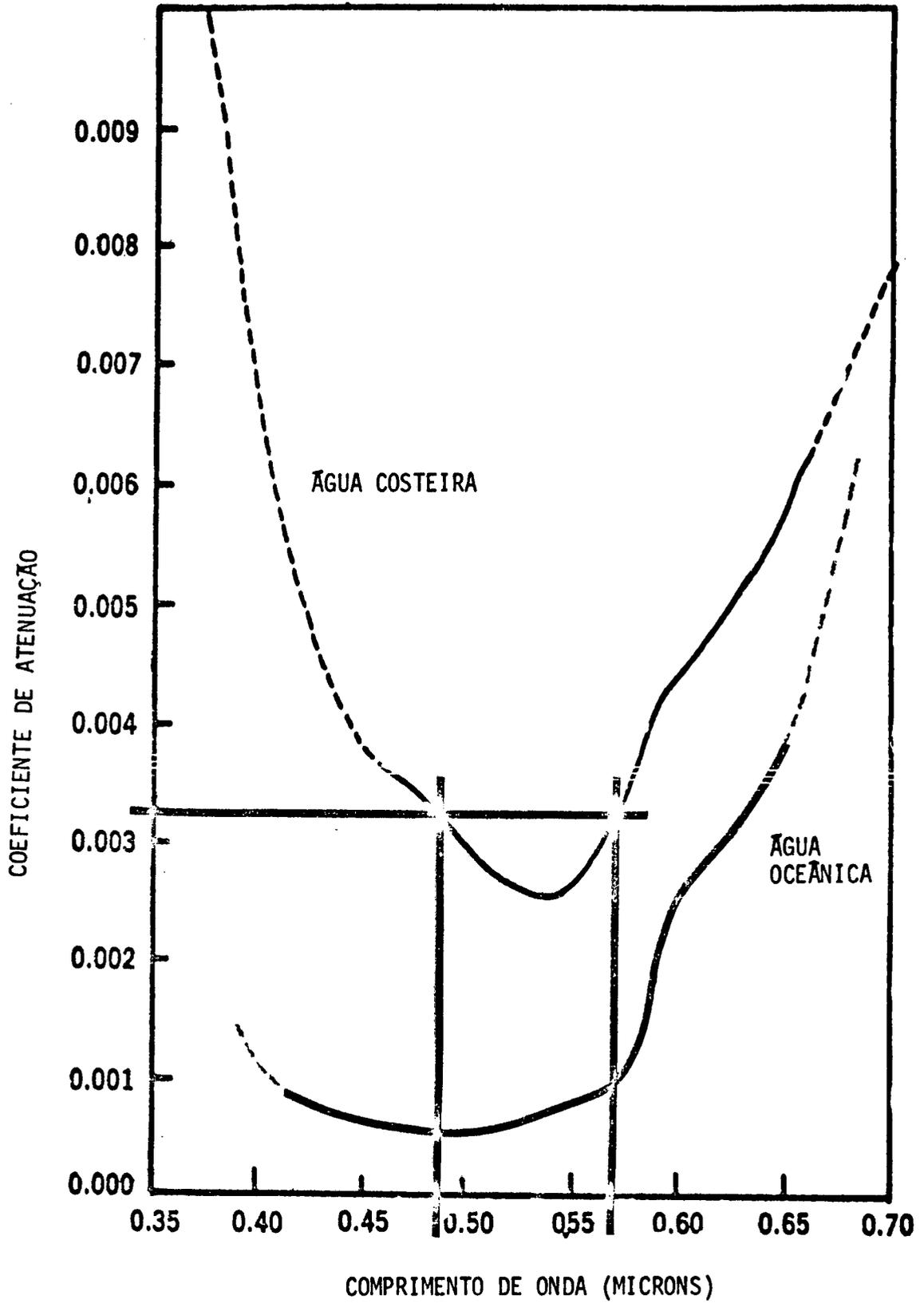


Fig. V.2 - Atenuação da luz na água do mar costeira e oceânica.

Desde a imagem colorida e as multiespectrais podemos observar que as seguintes características da área podem ser bem discriminadas:

- a. Existe um contraste marcante entre a cor das águas oceânicas e as lagunares.
- b. A zona sedimentar litorânea interior, mais antiga que a zona sedimentar junto ao mar, é perfeitamente distinguível na imagem falsa cor em virtude do contraste causado pela vegetação. Na zona interior a vegetação mais abundante mostra maior densidade de vermelho do que a pouca vegetação, menos densa, da zona marinha.
- c. O sedimento marinho fornece às imagens, diferentes contrastes segundo a transparência da água para cada comprimento de onda e a concentração da suspensão.
- d. O contraste nas imagens causado pelos sedimentos no interior da Lagoa dos Patos é diferente daquele que encontramos no mar.
- e. A discriminação das lagoas em relação aos outros detalhes é bastante superior.

## V.2 - INTERPRETAÇÃO

As imagens E-1103-12415/4/5/6/7 (NASA-ERTS) foram tomadas sobre a região representada na figura 3 que é um detalhe parcial e reprodução da carta náutica D.H.N. nº 90, de escala 1:990.526 na latitude de 31°25'S.

A cobertura de nuvens naquela data era aproximadamente de 30% sobre a área coberta pela imagem, o que reduziu sensivelmente a interpretação da costa a NE da Lagoa dos Patos.

A cobertura da imagem possui aproximadamente 1/3 de terras e 2/3 de águas sobre o total de 100 x 100 milhas náuticas.

Da interpretação preliminar executada nestas quatro imagens (órbita 189, centro S30-16/W50-09) foram identificados fatos importantes que serão comentados a seguir.

### OCEANOGRAFIA/HIDROGRAFIA

O par de imagens dos canais 4 e 5 apresenta junto à costa, da altura da Lagoa do Sumidouro até a Lagoa dos Barros, descolorações de águas costeiras conforme as diferentes densidades de contraste representadas. Isto representa a existência de grande quantidade de sedimentos remanejados por correntes costeiras cuja dinâmica é bas-



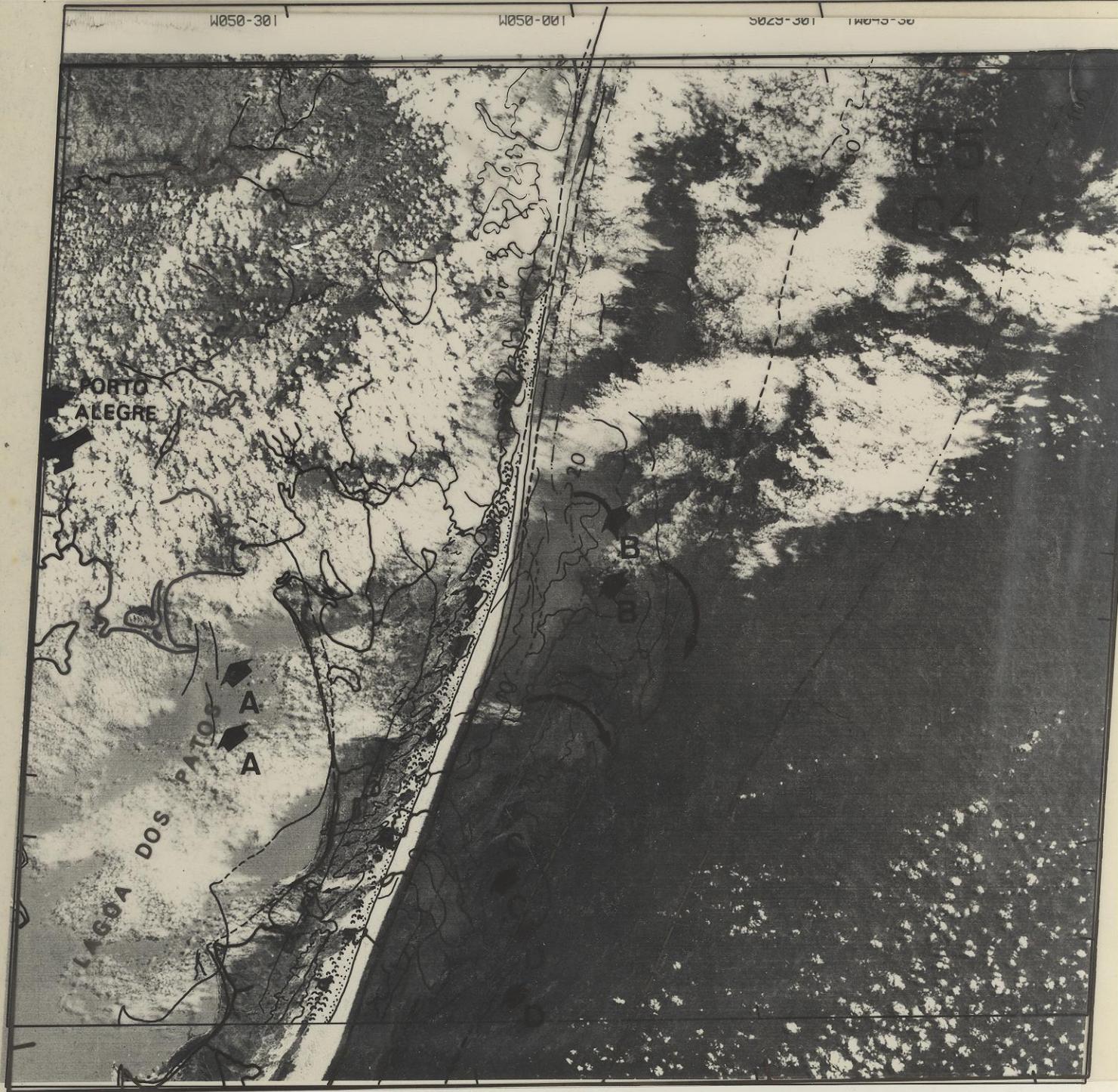
tante complexa. Como o fenômeno não ocorre no canal 6 e 7 conclue-se que se trata de movimento sub-superficial de grande intensidade principalmente na altura do Banco da Berta onde a turbulência é maior em face da barreira por ele constituída (figura V.4). Ao constituir os "overlay" C4 e C5 verificou-se que as formas gerais da distribuição geográfica do sedimento coincide na periferia com o alinhamento da isóbata de 50m sobre os dois canais 4 e 5. A largura máxima desse sedimento em suspensão é de aproximadamente a 20 milhas (indicações B, C e D nos "overlay" C4 e C5).

As descontinuidades de contraste na imagem são devido às concentrações diferentes do sedimento em suspensão, bem como sua profundidade ou distribuição vertical.

A brusca inversão de contraste em torno da linha batimétrica dos 50 m provavelmente indica que o processo de transporte a partir desse limite para zonas mais profundas é reduzido.

A morfologia horizontal dessa distribuição estabelece elementos para que se possa dizer que a dinâmica das águas sub-superficiais, e muito provavelmente superficiais, se deslocam ao longo da costa rumo N desviando para NE continuando o giro (ciclônico) até atingir o sentido de SE na zona da batimetria dos 50 m (figura V.4)

As indicações B, C e D nos "overlay" são elementos de



S031-001 W050-301 W050-001 W049-301  
03NOV72 C S30-16/W050-09 N S30-17/W050-04 MSS 5 R SUN EL54 AZ073 189-1433-N-1-N-D-2L NASA ERTS E-1103-12415-5 I

Fig. V.4 - Imagem E-1103-12415/5 escala 1:1.000.000; "overlay" C5, C4 e detalhe da carta náutica DHN nº 90.

mesma natureza que resultam num mesmo tipo de resposta espectral sobre a imagem dada pelos sedimentos marinhos em suspensão nas águas costeiras. A indicação A representa descoloração no interior da Lagoa dos Patos próximo à Ilha do Barba Negra e Ponta de Itapuã; a natureza dessa água interior é diferente daquela costeira considerando-se o sedimento transportado, pois aparece também no canal 6 além dos canais 4 e 5. O primeiro é um sedimento flúvio-lacustre com alto teor de argilas, já o segundo é exclusivamente marinho com baixo ou nenhum conteúdo de argila. A imagem do canal 6 é a que melhor registra a indicação A, que é um sedimento proveniente da bacia do Rio Guaíba; o canal 7 não dá quase nenhuma definição a esse respeito pois o sedimento existente no local reflete pouca energia nessa faixa do espectro. No canal 4 não há contraste visível, uma vez que a energia refletida pelo sedimento é a mesma refletida pelas águas da lagoa.

Pode-se observar que a zona B no canal 6 assinalada nos "overlay" C4 e C5 permanece em C6; ao comparar com a carta náutica o fato se torna claro, pois a batimetria indica um banco de areia (Banco Berta) na profundidade de 10m onde há uma turbulência sub-superficial intensa (C6-B).

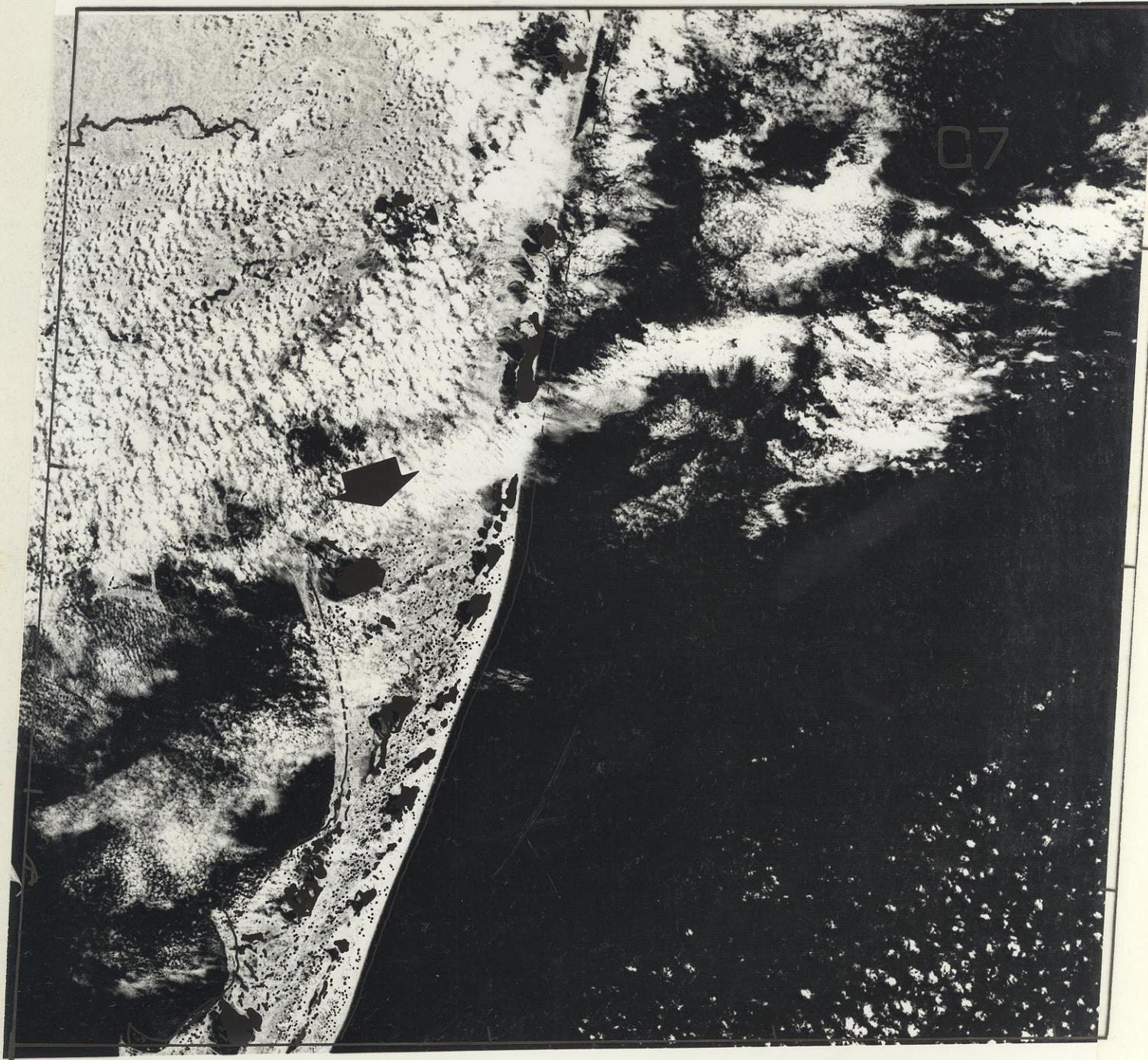
Tudo leva a crer que o transporte de sedimento nas imediações tem maior extensão porque o banco de areia constitui uma barreira natural que desvia parte da água que se dirige para o N.

W050-301

W050-001

S029-301

W049-301



03NOV72 C S30-16/W050-09 N S30-17/W050-04 MSS 7 R SUN EL54 AZ073 189-1433-N-1-N-D-1L NASA ERTS E-1103-12415-7 1

Fig. V.5 - Imagem E-1103-12415/7 escala 1:1.000.000; "overlay" C7. Note-se que neste canal as lagoas são muito bem definidas.



Fig. V.6 - Detalhe parcial da carta de navegação aérea USAF ONEQ-28 escala 1:1.000.000.

## GEOMORFOLOGIA LITORÃNEA

A costa quaternária do extremo sul do Brasil estende-se desde o Cabo de Sta. Marta Grande, compreendendo vastas formações arenosas de topografia baixa e do tipo retilíneo, constituindo uma planície costeira de acumulação.

Na análise efetuada no trecho compreendido entre o Banco Berta e a Lagoa do Sumidouro, constatou-se que as imagens dos canais 4,5 e 6 separam nitidamente as formações arenosas mais antigas das mais recentes (C5). A linha costeira é constituída de aréias holocênicas acumuladas por processos marinhos locais (correntes, vagas, maré, etc....) e remanejadas posteriormente por processos eólicos que transportam esse sedimento para o interior (Canal 5).

A planície mais para o interior é de origem pleistocênica constituída de depósitos arenosos fossilizados e cobertos por uma vegetação de gramíneas e espécies arbustivas. Atualmente esta última recebe sedimentos por transporte eólico desde a zona costeira, seguindo orientação NE sem constituir dunas.

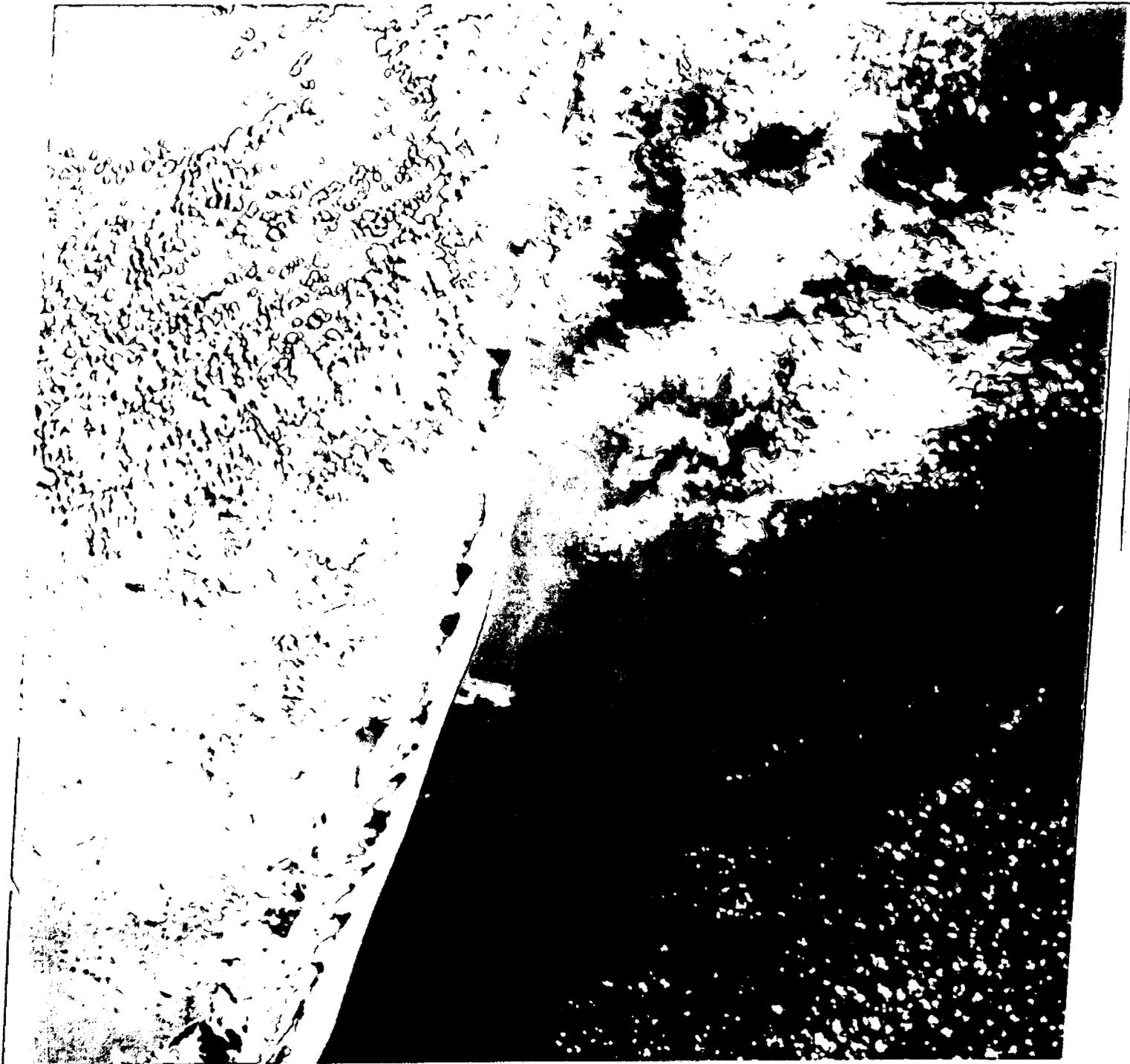
Os sedimentos costeiros provavelmente são provenientes do sul a partir de contribuição da Bacia do Rio da Prata cujos detritos sedimentares são levados em direção N pelas correntes. Todo o sedimento costeiro é remanejado intermitentemente completando um longo caminho em

183 031

183 031

183 031

183 031



183 031  
183 031  
183 031  
183 031

R 51N ELS4 R2073 163-430-183 031

Fig. V.7 - Composição cromática em falsa cor, desde as imagens nos canais 4,5,6 e 7 (I<sup>2</sup>S).

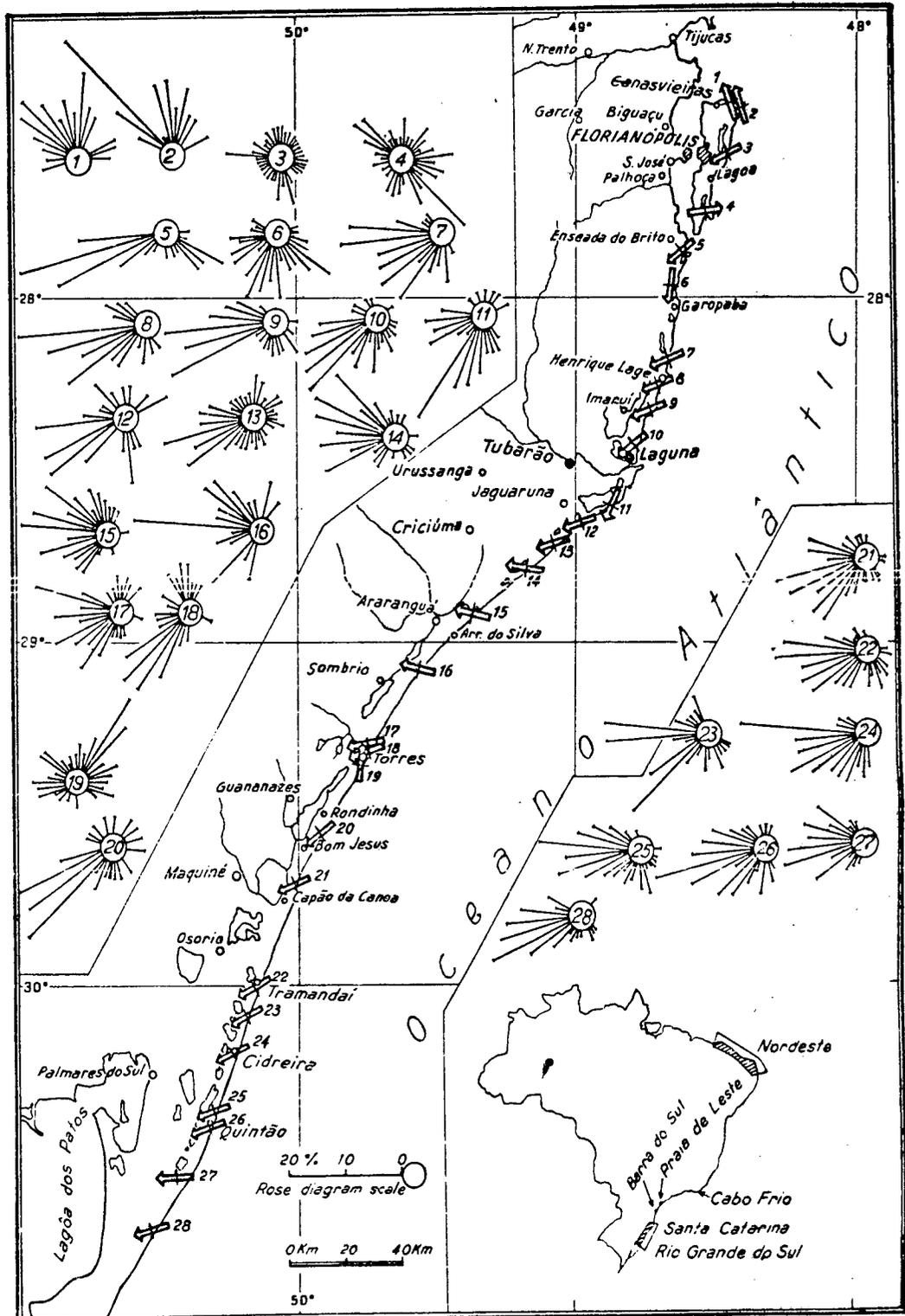


Fig. V.8 - Direção predominante do deslocamento das dunas litorâneas no sul do Brasil. Note-se a predominância NE-SW; os casos anômalos são consequência do relevo local (Bigarella-1972).

seu curso.

A distribuição estatística dos ventos na área (conforme estudos realizados pela D.H.N.), indica que o vento predominante é o de NE, o qual é responsável (Bigarella-1972) pela distribuição dos sedimentos conforme podemos observar nas imagens através de interpretação morfológica.

### V.3 - CONCLUSÕES

- a. Parece que é promissor o estudo da evolução das lagoas através de imagens repetitivas do satélite ERTS-1. A variação sazonal das dimensões dessas lagoas provavelmente fornecerão informações úteis para a avaliação do balanço hídrico da região.
- b. O controle da distribuição das águas fluviais, pluviais e marinhas no interior da Lagoa dos Patos, cujos contrastes são observáveis nas imagens, poderá provavelmente ser realizado com o auxílio de dados obtidos no campo. É possível que o uso de imagens repetitivas permita que um sistema de avaliação desses processos possa ser criado.
- c. Também a geografia dos sedimentos costeiros imersos e emersos poderá ser acompanhada através da repetitividade das imagens (cada 18 dias). As modificações sa-

zonais das estruturas que foram identificadas deverão mostrar a evolução e importância dos fenômenos na ecologia da área.

- d. A cartografia náutica, principalmente, encontrará um recurso bastante seguro para o controle geodésico nas imagens multiespectrais; e o alto custo das operações de campo seria diminuído com a possibilidade do uso repetitivo das imagens. Os detalhes que se conseguem definir estão acima do nível de generalização de cartografia elaborada na mesma escala ou seja 1:1.000.000.