



INPE-263-RI/52

Projeto SERE

PLANEJAMENTO GERAL DA FASE E

(Com ênfase em 1973-1974)

Preparado pelo Grupo de Engenharia de Sistemas do Projeto Sensores Remotos para apresentação na visita do Presidente da COBAE (29 Nov. 1972).



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

PLANEJAMENTO GERAL DA FASE E

(Com ênfase em 1973-1974)

O presente documento é o resultado do trabalho desenvolvido pelo Grupo de Engenharia de Sistemas do Projeto Sensores Remotos e sua publicação foi autorizada pelo abaixo assinado.

Fde Mendonça
Fernando de Mendonça

Diretor Geral

ÍNDICE

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações Gerais	1
1.2 - Histórico Breve das Atividades de Sensoria- mento Remoto no INPE	2
1.3 - Finalidades do Presente Documento	6

CAPÍTULO II

LINHAS GERAIS DE AÇÃO PARA A FASE E

2.1 - Considerações Gerais	7
2.2 - Objetivos Gerais da Fase E	7
2.2.1 - Estabelecimento de Metodologias Asso- ciadas às Técnicas de Sensoriamento Remoto	7
2.2.2 - Determinação de Parâmetros Custo/Efe- tividade Associados às Técnicas de Sensoriamento Remoto. Comparação com as Técnicas Convencionais	10
2.2.3 - Desenvolvimento de Equipamentos Senso- res e de Interpretação Automática de Dados	11
2.2.4 - Disseminação da Tecnologia dentre En- tidades Governamentais e Privadas li- gadas ao Levantamento e/ou Exploração de Recursos Naturais e ao Controle Am- biental	11
2.2.5 - Treinamento de Pessoal de Alto Nível.	13
2.3 - Cronograma Geral de Atividades	13

C A P Í T U L O III

GRUPO DE RECURSOS DO SOLO

3.1 - Considerações Gerais	17
3.1.1 - Metodologias para a Situação Brasileira	19
3.2 - Objetivos Gerais do Grupo de Recursos do Solo	20
3.2.1 - Objetivos Gerais até Dezembro de 1974	20
3.2.2 - Objetivos Gerais para o Ano de 1973	21
3.2.3 - Objetivos Gerais a partir de Janeiro de 1975	22
3.3 - Cronograma Geral	22

C A P Í T U L O IV

GRUPO DE RECURSOS MINERAIS

4.1 - Considerações Gerais	24
4.1.1 - A Realidade Brasileira em Recursos Minerais	24
4.1.2 - Possíveis Metodologias Aplicáveis a Problemas Geológicos	27
4.2 - Objetivos Gerais do Grupo de Recursos Minerais	30
4.2.1 - Objetivos Gerais até Dezembro de 1974	30
4.2.2 - Objetivos Gerais para o Ano de 1973	31
4.2.3 - Objetivos Gerais a partir de 1975	33
4.3 - Cronograma Geral	33

C A P Í T U L O V

GRUPO DE RECURSOS DO MAR

5.1 - Considerações Gerais	36
5.1.1 - Sistemática da Pesquisa Oceanográfica	36
5.1.2 - Produto Final da Pesquisa	45
5.2 - Objetivos Gerais do Grupo de Recursos Marítimos	46

5.2.1 - Objetivos Gerais do Grupo de Recursos do Mar até Dezembro de 1974	46
5.2.2 - Objetivos Gerais para o Ano de 1973..	47
5.2.3 - Objetivos Gerais a partir de Janeiro de 1975	48
5.3 - Cronograma Geral	48

C A P Í T U L O VI

GRUPO DE GEOGRAFIA

6.1 - Considerações Gerais	51
6.1.1 - Conceito Moderno de Ciência Geográfica.....	51
6.1.2 - Objetivos da Pesquisa Geográfica e as Novas Metas Geradas pelo Uso dos Sensores Remotos	52
6.1.3 - Níveis da Pesquisa Geográfica com Base na Utilização de Sensores Remotos.	53
6.2 - Objetivos Gerais do Grupo de Geografia	55
6.2.1 - Objetivos Gerais até Dezembro de 1974	55
6.2.2 - Objetivos Gerais para o Ano de 1973	55
6.3 - Cronograma Geral	56

C A P Í T U L O VII

DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTOS SENSORES E DE INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA DE DADOS

7.1 - Considerações Gerais	58
7.2 - Equipamentos a serem futuramente desenvolvidos	59
7.2.1 - Equipamentos Sensores Simples e/ou de Uso imediato	59
7.2.2 - Equipamentos Sensores Complexos e de Médio/longo prazo	60

7.2.3 - Equipamentos para Interpretação Automática de Dados	61
7.3 - Cronograma Geral	61

A N E X O I

SENSORIAMENTO REMOTO DE REGIÕES INEXPLORADAS

1.1 - Considerações Gerais	I.1
1.2 - Levantamento Sistemática de Recursos Naturais de Regiões Inexploradas	I.3
1.2.1 - Nível de Levantamento Orbital	I.4
1.2.2 - Nível de Reconhecimento Aéreo à Grande Altura	I.6
1.2.3 - Nível de Reconhecimento Aéreo à Média Altura	I.7
1.2.4 - Nível de Detalhamento Aéreo à Média e à Baixa Altura	I.8
1.2.5 - Terreno	I.9
1.3 - Conclusões	I.10

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações Gerais

Uma das maneiras de levar progresso a uma imensa região como o interior do Brasil, uma área de 6 milhões de quilômetros quadrados com uma densidade populacional de apenas 2 habitantes por quilômetro quadrado, seria desenvolver na mesma atividades compatíveis com a sua vastidão e baixo índice de povoamento. Essas atividades poderiam inicialmente se restringir a pontos ou áreas limitadas, onde a ênfase de veria ser colocada na exploração dos recursos naturais locais. A capacidade do satélite, de levantar com sensores remotos extensas áreas da superfície da Terra em curto espaço de tempo e com despesas relativamente moderadas, se casa perfeitamente com a necessidade de um amplo reconhecimento inicial dessas remotas áreas. Esse levantamento básico por sua vez possibilitará a concentração de posteriores levantamentos com aeronaves ou métodos convencionais de superfície, em áreas relativamente pequenas.

Com relação às regiões situadas entre as áreas centrais e a costa, também vasta, com cerca de 2,5 milhões de quilômetros quadrados, porém, em contraste com a região supra referida, com uma densidade populacional de 35 habitantes por quilômetro quadrado, o uso de sensores remotos em aviões ou plataformas orbitais, além de permitir a descoberta de novas fontes de recursos naturais ou adicional exploração de fontes produtivas já existentes, será certamente muito útil na sua exploração econômica e controle em nível regional. As necessidades de informações correntes sobre essas regiões apresentam uma quase ilimitada demanda de dados coletados por sensoriamento remoto. Os dados coletados

para os especialistas em agricultura, silvicultura, geologia, hidrologia etc, serão provavelmente de igual importância para geógrafos e planejadores interessados em amplos desenvolvimentos regionais. Há, por outro lado, atualmente no Brasil, esforços organizados no sentido de solucionar os problemas de desenvolvimento econômico de imensas regiões com características extremamente diferentes como a úmida Bacia Amazônica e o seco Nordeste.

Ao longo da extensa costa brasileira, com mais de 7 mil quilômetros, dados colhidos de altitudes orbitais, complementados com dados coletados por aeronave, de altitudes menores, poderão delinear os contrastes de temperatura que caracterizam os contornos da corrente do Brasil e da corrente de Falklands (Malvinas). Além de serem importantes para a navegação, estas informações apresentam correlação como o movimento das comunidades biológicas marinhas, e, conseqüentemente com a pesca comercial.

Conscientizado da importância das atividades de sensoriamento remoto, para o desenvolvimento nacional, o Governo Federal as incluiu como projeto prioritário no documento "Metas e Bases para a Ação do Governo" (Programa Espacial Brasileiro pgs. 132/133), publicado em setembro de 1970, e, no I Plano Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social de 1971 (pg. 43). Ao Instituto de Pesquisas Espaciais, ex-vi do Decreto 68532 de 22 de abril de 1971, coube, através de seu projeto SERE, a responsabilidade da consecução das metas preconizadas nos documentos supra referidos.

1.2 - Histórico Breve das Atividades de Sensoriamento Remoto no INPE

No começo de 1966 a NASA sugeriu a participação do Instituto de Pesquisas Espaciais, (naquela época Comissão Nacional de Atividades Espaciais) num projeto cooperativo para o recobrimento aéreo de certas áreas selecionadas para simular o solo lunar. Esta idéia foi logo abandonada, porém dela nasceu um programa cooperativo, associando

grupos brasileiros e norte americanos, para aquisição, interpretação e utilização, de dados de recursos terrestres coletados por aeronaves, com vistas a determinar a potencial utilidade da aplicação dessas técnicas em dados colhidos de alturas orbitais. Durante um ano um grupo de várias agências brasileiras, coordenado pelo Instituto de Pesquisas Espaciais, estudou a abordagem a ser adotada. Em 1967, 12 pessoas desse grupo visitaram os Estados Unidos às expensas do INPE.

Em 1968 foi estabelecido um programa de colaboração entre a NASA e o INPE através de um Memorando de Entendimentos, aprovado por uma troca de notas entre os dois governos. Nenhuma troca de fundos era prevista. Cada parte se incumbiria dos custos que lhes fossem pertinentes.

O programa de colaboração foi dividido em quatro fases nominalmente:

FASE A - Treinamento em 1968 de quatorze brasileiros. O treinamento foi promovido pela NASA no Manned Spacecraft Center (Houston) tendo durado 6 meses e incluído várias viagens a áreas testes americanas, além do curso propriamente dito. Os 14 pesquisadores retornaram ao INPE e treinaram um grupo adicional de 40 pessoas.

FASE B - Desenvolvimento do Programa incluindo a seleção e o desenvolvimento de Áreas Testes no Brasil, por Agências do Governo brasileiro. Paralelamente foi desenvolvido pelo INPE, o estado da configuração da aeronave brasileira, do estabelecimento de um Centro de Redução e Processamento de Dados e de um Banco de Dados. Esta fase teve início em novembro de 1968 e terminou em meados de 1971.

FASE C - Vôo de aeronave da NASA sobre áreas brasileiras de teste em Agricultura, Geologia, Oceanografia, Hidrologia e Poluição. Os resultados preliminares foram apresentados no Rio de Janeiro em princípios de 1970 e os finais numa reunião internacional levada a efeito em outubro do mesmo ano na sede do INPE em São José dos Campos. Em adição aos vôos da NASA, dois outros foram realizados por grupo de brasileiros, sobre culturas de café; um depois de uma pesada frente fria no Estado do Paraná e o outro sobre plantações afetadas pela "ferrugem". Os resultados desses sobrevôos permitiram decidir sobre a instrumentação a ser usada no avião Bandeirante, de propriedade do INPE.

FASE D - Iniciada em meados de 1971 e compreendendo vôos da aeronave brasileira sobre várias áreas do território nacional paralelamente a trabalhos de campo, com vistas à coleta de dados a serem posteriormente correlacionados com imagens orbitais.

O plano de colaboração supra referido foi prorrogado em 1971 sendo que a Fase D tem término previsto para dezembro de 1972. Está em vias finais de concretização uma segunda prorrogação, cujos objetivos foram também organizados em fases, sobre as quais estão apresentados abaixo breves comentários. Maiores detalhes poderão ser colhidos no documento específico que delas trata:

Fase A - Testes da Estação Brasileira de Recepção e Gravação (ERG) de dados coletados e transmitidos pelos satélites da série ERTS (Earth Resources Technology Satellite), atualmente em fase de instalação na cidade de Cuiabá (Mato Grosso) e cujo início de operação está previsto para o primeiro trimestre de 1973. A Fase A durará cerca de 2 meses.

Fase B - Compreendida entre o término da A e o início de operação das Estações Brasileiras de Processa-

mento de Imagens e Processamento Fotográfico (EPI e EPF), complementares à acima referida e a serem instaladas no Estado de São Paulo. Durará cerca de 3 meses e durante a mesma a NASA comandará o satélite ERTS-1, para cobertura de todo o território nacional. Os dados coletados, correspondentes a áreas de teste já aprovadas pela NASA, serão transformados em imagens e fitas magnéticas digitais, no Goddard Space Flight Center (GSFC), EE.UU. O restante dos dados serão armazenados para posterior processamento no Brasil.

Fase C - Com início previsto para quando a EPI e a EPF estiverem prontas sendo que durante os 2 meses estimados para a sua duração avaliar-se-á o desempenho de ambas. A exemplo da Fase B, a NASA comandará o ERTS-1 para cobertura de todo o Brasil, mas parte dos dados coletados serão processados no GSFC e o restante ficará armazenado para posterior processamento no Brasil.

Fase D - Iniciará quando o sistema brasileiro estiver em operação plena; ocasião em que ficará totalmente sob a responsabilidade do INPE, a aquisição e o processamento de todos os dados anteriormente coletados e armazenados e dos outros a serem adquiridos na própria Fase D. Esta fase não tem término previsto e certamente se estenderá ao longo da vida dos outros satélites da série ERTS (B e C) e do Programa EOS (Earth Observation Satellite).

A estruturação da primeira etapa do programa de colaboração supra ventilado (término em Dezembro de 1972) foi usada por extensão como sendo a do Programa de Sensoriamento Remoto do INPE, mesmo

nos casos em que não era prevista uma colaboração mais direta com a NASA. O programa do INPE estará pois iniciando em princípios de 1973, a fase que convencionou-se chamar de FASE E (Fase Espacial), que englobará não só a segunda etapa da colaboração prevista com a NASA, como todas aquelas outras atividades cujo planejamento é o motivo do presente documento.

1.3 - Finalidades do Presente Documento

Tem este documento por objetivo apresentar um Planejamento Geral da Fase E, no qual se procurou esboçar apenas as grandes linhas de ação a serem seguidas; planejamentos mais detalhados sobre as atividades a serem desenvolvidas para o atingimento dos objetivos propostos, serão feitos em cada início de ano e sempre que uma tarefa específica assim o determinar. O mesmo está dividido em Capítulos, assim distribuídos:

- . Capítulo I, o presente;
- . Capítulo II, Linhas Gerais de Ação da Fase E, onde estão apresentados o problema como um todo e os marcos mais significativos a serem atingidos ao longo do tempo;
- . Capítulos III,IV,V,VI, voltados para o planejamento das atividades dos Grupos Disciplinares do Projeto;
- . Capítulo VII, relativo a Desenvolvimento de Equipamentos Sensores e de Interpretação Automática de Dados;

C A P Í T U L O II

LINHAS GERAIS DE AÇÃO PARA A FASE E

2.1 - Considerações Gerais

Planejamentos, principalmente os de médio e longo prazo, envolvem sempre uma boa dose de subjetividade, mormente em se tratando de atividades ligadas a uma tecnologia em plena evolução como é o caso do Sensoriamento Remoto. Acredita-se entretanto, que aspectos que apenas podem ser estimados presentemente, serão melhor determinados com o tempo, daí a necessidade de se estar continuamente revisando as idéias que serão expostas neste trabalho.

No presente Capítulo serão apresentadas e discutidas as linhas gerais de ação para os próximos anos; maiores detalhes serão vistos nos capítulos seguintes:

2.2 - Objetivos Gerais da Fase E

Na Figura 2.1 estão apresentados os objetivos gerais da Fase E e a intensidade relativa que se pretende imprimir a cada um deles ao longo do tempo. Nos itens que se seguem são tecidos comentários sobre cada um dos objetivos.

2.2.1 - Estabelecimento de Metodologias Associadas às Técnicas de Sensoriamento Remoto

Dado o caráter essencialmente aplicado do Sensoriamento Remoto e o conseqüente pragmatismo que se deverá dar às pesquisas ao mesmo relacionadas, todo o esforço será dirigido nos próximos anos para o estabelecimento de técnicas e combinação de técnicas (Metodologias

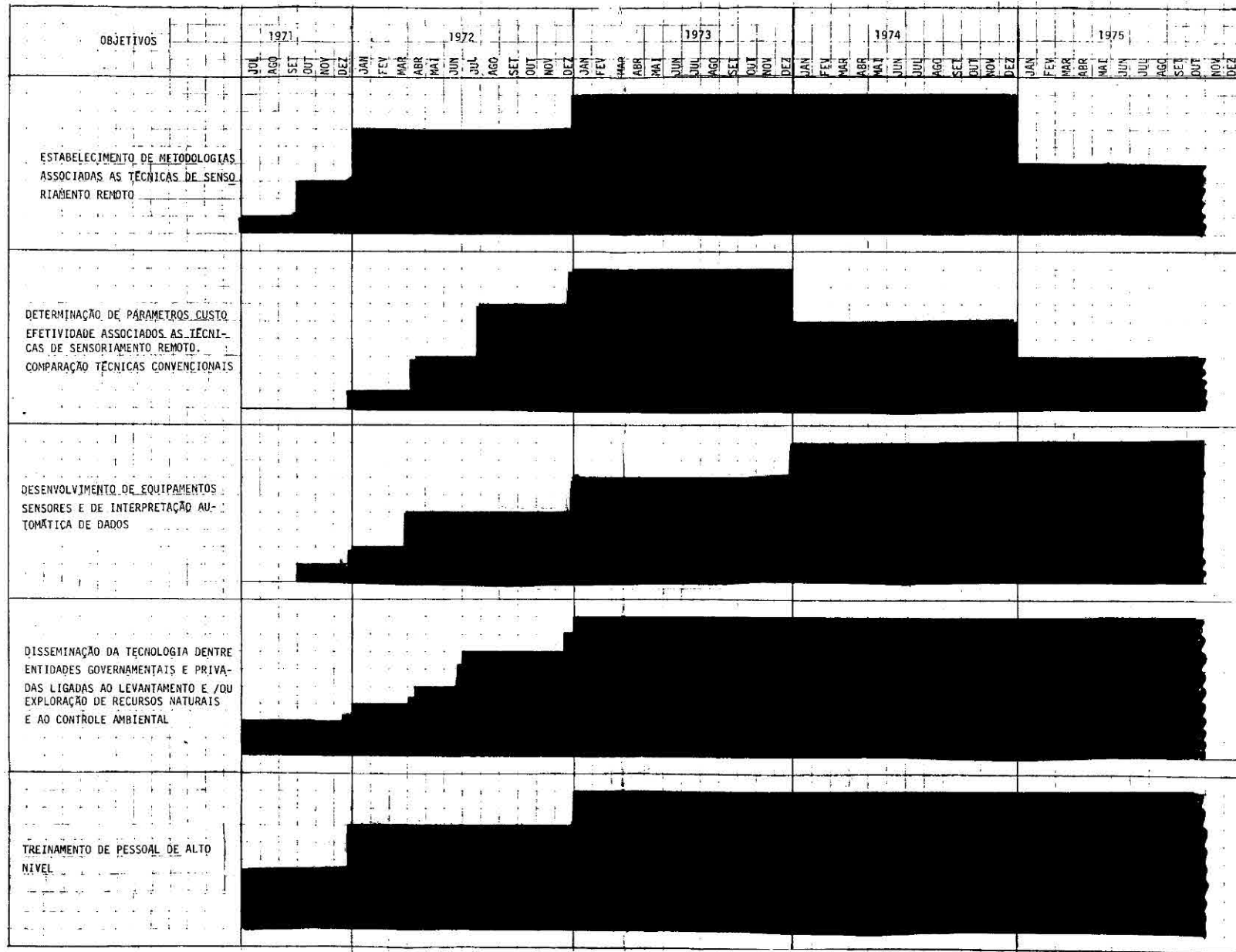


FIG. 2.1 - OBJETIVOS GERAIS DA FASE E SUA INTENSIDADE AO LONGO DO TEMPO

e variações) que permitam fazer mais rapidamente e por custos menores que os meios convencionais, o levantamento e o controle dos recursos naturais e culturais do país. Como não poderia deixar de ser, tais metodologias deverão ser desenvolvidas para aqueles problemas que tem ou possam vir a ter, influências no desenvolvimento sócio-econômico da nação.

Obviamente problemas diferentes terão metodologias diferentes, e, a identificação e o estabelecimento das mesmas são os objetivos da pesquisa que se propõe realizar. Entretanto uma rápida inspeção na realidade brasileira (vide Ítem 1.1) sugere que pelo menos duas classes de metodologias devam ser estabelecidas: uma para os 6 milhões de quilômetros quadrados da superfície do Brasil quase que totalmente inexplorados e desabitados (Vide Anexo I), e outra para os restantes 2,5 milhões melhor explorados e com ponderável densidade populacional.

Muito embora dados coletados de uma determinada altitude, possam de per si fornecer valiosas informações sobre recursos naturais e culturais e sobre controle ambiental, as metodologias para muitos dos problemas correntes envolverão, dado o atual grau de desenvolvimento da tecnologia, uma combinação satélite-avião-trabalho de superfície, dependendo evidentemente do grau de aprofundamento pretendido e das escalas e resoluções envolvidas (Vide Fig. 6.1). O anexo I apresenta um esboço de programa de levantamento de regiões inexploradas em 5 etapas, que bem exemplifica uma abordagem multinível.

Além de técnicas de levantamento de dados associadas aos vários níveis de coleta dos mesmos, as metodologias, sobre as quais se vem dissertando, deverão também incluir as técnicas de interpretação dos referidos dados. Ressalte-se que a extração de informações de dados é o problema nº 1 de todos os desafios associados ao Sensoriamento Remoto e deverá absorver uma grande parcela do esforço devotado à pesquisa. Processos que venham a diminuir o tempo entre a obtenção dos dados e a sua apresentação em uma forma utilizável deverão merecer uma ênfase especial. Finalmente, a grande e crescente quantidade de dados provenientes do Sensoriamento Remoto, irão demandar o desenvolvimento e o uso extensivo da interpretação automática de dados.

2.2.2 - Determinação de Parâmetros Custo/Efetividade Associados às Técnicas de Sensoriamento Remoto. Comparação com as Técnicas Convencionais.

Já não restam mais dúvidas quanto à potencialidade das técnicas de Sensoriamento Remoto para o desenvolvimento sócio-econômico do país. Deverá haver entretanto uma maior preocupação com relação ao Custo e à Efetividade a elas associados. Perguntas como as abaixo formuladas carecem de respostas:

- Do ponto de vista econômico, quando se deve empregar técnicas de Sensoriamento Remoto e, quando se deve empregar as técnicas convencionais?(Esta mesma pergunta aplicada tanto no que diz respeito a "extensão" quanto "profundidade"). De que maneira as mesmas se complementam?
- Que influências poderão ter as técnicas de Sensoriamento Remoto no desenvolvimento do país, quando comparadas às técnicas convencionais?
- Quais as alternativas mais recomendáveis do ponto de vista econômico, para a introdução e uso regular de técnicas de Sensoriamento Remoto no país?

Evidentemente as perguntas acima são apenas uma amostra das muitas que poderiam ser formuladas. É bem provável também que as mesmas não possam ser totalmente respondidas de início, seja pela ausência de informações básicas sobre o assunto, seja por tratar-se o Sensoriamento Remoto de uma tecnologia em plena evolução.

Entretanto, mesmo levando em conta as incertezas acima apresentadas, ao INPE caberá esta preocupação, pois sendo o introdutor da nova tecnologia no país, deverá também estar em condições de alertar o usuário sobre as potencialidades da mesma, seja para evidenciar a necessidade de seu uso, seja para o mesmo não superestimá-la, seja para desaconselhar a adoção de medidas precipitadas, e.g. onerosas, porém com baixa relação eficiência-custo.

A determinação de Parâmetros de Custo/Efetividade está intimamente relacionada com as Metodologias que envolvem as técnicas de Sensoriamento Remoto, ventiladas no item anterior.

2.2.3 - Desenvolvimento de Equipamentos Sensores e de Interpretação Automática de Dados

Parece um tanto arriscado envolver grandes somas de dinheiro no desenvolvimento de equipamentos numa tecnologia em plena evolução. Em contraposição não se deve esperar encontrar no mercado pelo mesmo fato, equipamentos pouco custosos e para pronta entrega.

Assim, um envolvimento com Sensoriamento Remoto, deve também envolver a escolha de uma posição intermediária entre os dois extremos supracitados.

O INPE resolveu adotar a idéia de pelo menos numa fase inicial, dedicar-se ao desenvolvimento de equipamentos simples e/ou de uso imediato, não tendo em vista o lado econômico do problema como também o desenvolvimento de "know-how" local. É política da organização entre tanto, paulatinamente ir se envolvendo mais no desenvolvimento de equipamentos, de tal forma a no médio para o longo prazo estar se dedicando a tecnologias mais sofisticadas.

2.2.4 - Disseminação da Tecnologia dentre Entidades Governamentais e Privadas ligadas ao Levantamento e/ou Exploração de Recursos Naturais e ao Controle Ambiental.

Levando-se em conta as atribuições do INPE e a natureza essencialmente aplicada do Projeto SERE, se estará cumprindo a missão deste Instituto se se conseguir transferir as técnicas de Sensoriamento Remoto para as entidades brasileiras que possam estender os benefícios advindos das mesmas, à nação. Outros países mais desenvolvi

dos têm em mente atingir escalões elementares de usuários. No Brasil da do o seu grau de desenvolvimento e a sua estrutura organizacional, tu do indica que se deva atingir, numa fase inicial, pelo menos as entida des governamentais chaves (Ministério da Agricultura, Ministério de Mi nas e Energia, Ministério do Interior, Ministério da Marinha, Secreta rias Estaduais, Universidades, etc.). Espera-se entretanto, que através de uma política de disseminação da tecnologia dentro de 2 a 3 a nos essas e outras organizações brasileiras tenham desenvolvido ca pabilidade interna para a coleta e principalmente para a interpretação de dados.

Presentemente as seguintes atividades parecem conduzir a um bom índice de disseminação:

- Trabalho conjunto de outras entidades com o INPE dentro da temática de Sensoriamento Remoto;
- Cursos Introdutórios Intensivos sobre o emprego de técnicas de Sen soriamento Remoto no Levantamento de Recursos Naturais. Em princípios de cada ano, janeiro ou fevereiro, deverão ser ministrados tais cursos paralelamente ao Curso de Adaptação para os pesquisadores recém - ad mitidos no INPE;
- Difusão de resultados através da realização de seminários de envergadu ra Nacional sobre o uso de técnicas de Sensoriamento Remoto (preferen cialmente no fim de cada ano); participação em Congressos Nacionais e outros meios de divulgação (periódicos, relatórios, etc).
- Cursos de Pós-Graduação e estágios no INPE para elementos recrutados dentre as entidades brasileiras ligadas ao problema.

Seria, em adição, desejável que no médio para o longo pra zo, as técnicas de Sensoriamento Remoto, a exemplo do que já está se iniciando na Universidade de São Paulo, atingissem também a estrutura escolar brasileira, de tal modo que as entidades de ensino superior não sô se dedicassem a pesquisas sobre o assunto, como também incluissem nos seus currículos acadêmicos, cadeiras versando sobre os mesmos.

2.2.5 - Treinamento de Pessoal de Alto Nível

Desde a criação do projeto SERE tem havido uma grande preocupação com o treinamento de pessoal. Esta atividade ganhou mais corpo a partir de janeiro de 1972 com o início das atividades de Pós-graduação. Entenda-se que o treinamento reside em grande proporção também nas atividades de pesquisa em desenvolvimento e a serem desenvolvidas pelo projeto.

Uma grande ênfase deverá ser dada nesse treinamento à parte referente à interpretação de dados que como já foi dito anteriormente, é presentemente o problema nº 1 dentro dos desafios apresentados pelo Sensoriamento Remoto.

Como referido no ítem anterior, a partir de janeiro de 1973, Cursos de Pós-Graduação paralelamente a estágios no projeto SERE deverão ser extendidos a elementos de organizações externas.

A partir de janeiro de 1974, já se poderá dar início a programas de Doutorado, para aqueles elementos do projeto SERE que tenham se destacado nas atividades acadêmicas e de pesquisa.

2.3 - Cronograma Geral de Atividades

Nas figuras 2.2, 2.3 e 2.4 está apresentado um Cronograma Geral para a Fase E; cronogramas mais detalhados serão apresentados nos capítulos subsequentes e nos planejamentos que se farão em princípios de cada ano.

A título de um melhor encadeamento das atividades previstas no Cronograma, foram também apresentadas aquelas atividades anteriores à data do presente documento.

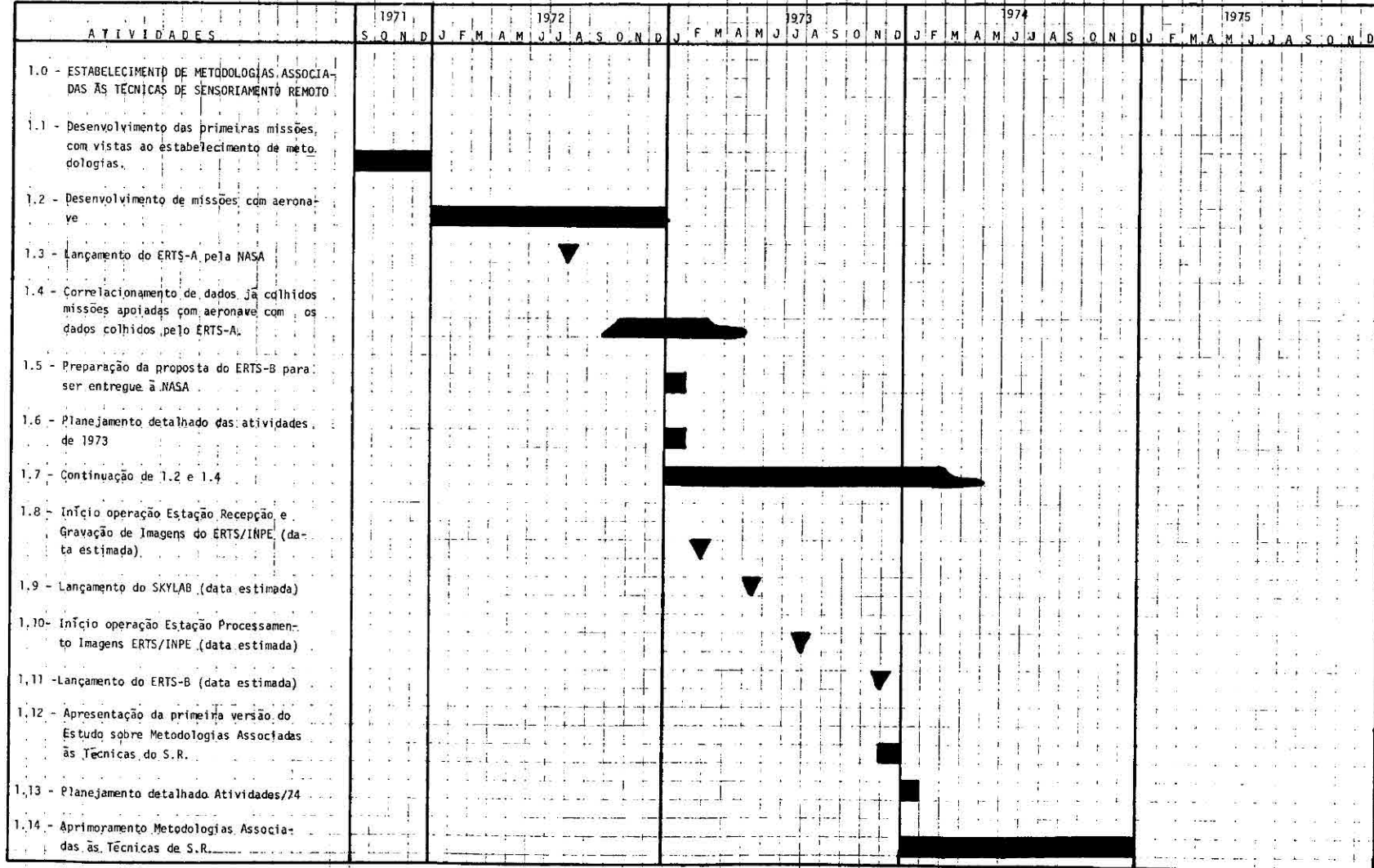


FIG. 2.2 - CRONOGRAMA GERAL DA FASE E

C A P Í T U L O III

GRUPO DE RECURSOS DO SOLO

3.1 - Considerações Gerais

A agricultura participa com aproximadamente 30% na composição do Produto Nacional Bruto no Brasil. No entanto, apesar da grande importância do setor na Economia Nacional, esse se caracteriza pelos baixos índices de produtividade e produção em relação à quantidade e condições das áreas agricultáveis disponíveis e por serem colonizadas.

Qualquer plano estratégico de desenvolvimento agrícola visando a elevação da produção e da produtividade agrícola envolveria obrigatoriamente a ação do governo:

- na transformação da agricultura tradicional mediante mudança de métodos de produção e utilização mais intensa de insumos modernos;
- no aumento da área cultivada o que envolveria a determinação das áreas do território nacional mais adequadas para projetos de colonização ou grandes projetos agro-pecuários;
- na ruptura de barreiras de abastecimento pela solução dos principais problemas ligados à estrutura e ao funcionamento da comercialização de alimentos.

É claro que o problema assume feições diferentes de acordo com a região do país e suas respectivas condições sócio-econômicas. Exemplificando, a agricultura do Centro-Sul apresentou nos últimos anos um certo equilíbrio entre o crescimento da produtividade e o crescimen

to da área cultivada; já no Nordeste o crescimento se fez basicamente pela incorporação de novas áreas de lavouras.

É fundamental salientar aqui que a falta de boas estatísticas têm-se constituído uma séria agravante em muitos projetos de desenvolvimento, tanto na fase de planejamento como de andamento. Quando se considera o setor agrícola, o problema se torna mais complicado porque as mudanças ocorrem muito rapidamente e afetam significativamente o resultado final. A necessidade de suprimento constante de dados atualizados torna-se fundamental para técnicos, economistas e planejadores.

As variações anuais na produção agrícola mostram que a agricultura é um complexo sistema biológico sujeito a devastações por extremos climáticos (calor, frio, seca, inundações), pestes biológicas (insetos, fungos, vírus, bactérias, nematoides) e tudo isso afeta em grau variável a produção.

Considerando ainda o tamanho, a localização muitas vezes remotas, a diversidade de condições e a variabilidade em explorações, concluímos que a obtenção de informações precisas, repetitivas e em tempo real, sobre os diversos fatores que afetam a produção é muito difícil pelos métodos tradicionais que, em muitas situações, se mostram morosos, onerosos e imprecisos.

Um meio promissor para satisfazer as presentes e futuras necessidades de informações nesse setor seria, através de um sistema operacional de sensoriamento remoto, numa abordagem multinível desde o nível orbital até as informações coletadas ao nível do solo. Satélites equipados com sensores de alta resolução operando em várias faixas do espectro tornariam possíveis levantamentos macroscópicos em uma base sinótica e rotineira. Levantamentos mais pormenorizados poderiam ser feitos com aeronaves em escalas variáveis com os objetivos e grau de detalhamento necessário ao caso.

3.1.1 - Metodologias para a Situação Brasileira

A - Áreas Inexploradas

Constituídas pela Região Amazônica e grande parte do Brasil Central apresentando uma baixa densidade de ocupação. O aumento da pressão sobre os recursos naturais tem forçado uma caminhada rumo à conquista ordenada das terras do Brasil Central e da Amazônia e consequentemente à colonização das extensas áreas de cerrados e florestas. A migração orientada para o interior de grandes contingentes humanos em projetos agropecuários de colonização, dentro de uma moderna doutrina de segurança nacional, reclama um amplo estudo das reais potencialidades dessas áreas com objetivo final de integrá-las com o resto do país.

Um programa que permita um levantamento rápido e econômico das imensas regiões inexploradas brasileiras deveria fazer o máximo de uso dos meios orbitais e aéreos de levantamento de dados. Assim para essas regiões o primeiro nível de coleta de dados seria o orbital que forneceria uma cobertura global e repetitiva da área.

Uma análise desses dados assessorada por especialistas multidisciplinares regionais levaria a um reconhecimento geral das principais feições da área e ao estabelecimento de áreas prioritárias para fins de levantamentos mais detalhados em escalas cada vez maiores de acordo com o tamanho da área selecionada e com o nível de detalhamento requerido para a implantação de um dado projeto.

B - Áreas Mais Desenvolvidas

Tratam-se de áreas nas quais já existe um razoável grau de ocupação e que apresentam grande variação nos índices de tecnologia de exploração. Os órgãos encarregados da pesquisa, fomento e assistên-

cia técnica agrícola do país, concentram seus esforços nessas áreas. Tem se constituído entretanto em grande problema, a coleta e o processamento dos dados necessários para prever e controlar a produção agrícola, o que poderia ser feito através de boas estimativas das áreas plantadas e das perdas durante o ciclo vegetativo (doenças, pragas, inundações, secas, etc). Os métodos convencionais de levantamento agropecuário atualmente em uso, são demorados, caros e imprecisos. As técnicas de sensoriamento remoto poderão vir a beneficiar sobremaneira essas áreas.

No caso das áreas mais desenvolvidas, dois problemas parecem requerer abordagens específicas. O do reconhecimento geral e o do levantamento de áreas particulares com objetivos bem definidos. A análise dos dados orbitais fornecerá informações importantes sobre Florestas, Cobertura Vegetal em geral, Agricultura Extensiva, Recursos Hídricos, Campos Naturais, diferenciação Área Cultivada - Área não Cultivada, Informações Gerais sobre Solos, etc. De posse dessas informações, lançar-se-á mão dos níveis de coleta de dados com aeronaves para o estabelecimento de padrões e chaves para interpretação das mesmas. Os dados colhidos com aeronave servirão também para esclarecer dúvidas surgidas na interpretação dos dados orbitais e para obtenção de resolução, quando necessário, não obtida com esses dados.

Para o estudo de áreas particulares com objetivos bem definidos partir-se-á diretamente do nível compatível com o grau de detalhamento desejável, seja o orbital seja um dos níveis de aeronave, procurando sempre estabelecer o nível mais econômico para coleta dos dados.

3.2 - Objetivos Gerais do Grupo de Recursos do Solo

3.2.1 - Objetivos Gerais até Dezembro de 1974

Usando dados coletados por aeronaves, ERTS e SKYLAB, es-

tabelecimento de Metodologias e suas variações para:

- A) Confecção de mapas de uso da terra
- B) Estimativa de área ocupada com diferentes explorações agrícolas
- C) Previsão de safras
- D) Levantamento e Classificação de Solos
- E) Inventário Florestal
- F) Atualização do Mapa de Vegetação
- G) Estudo de Bacias Hidrográficas
- H) Inventário Cafeeiro
- I) Estudos sobre Cerrados
- J) Problemas Especiais (salinidade de solos, deficiência de água, doenças em plantas, etc)
- L) Estudos de propriedades térmicas e espectrais de solos e plantas sob diferentes condições.

3.2.2 - Objetivos Gerais para o Ano de 1973

Com vistas ao atingimento dos objetivos gerais previstos para os próximos 2 anos:

- A) Continuar com os trabalhos das missões em andamento ou já planejadas, correlacionando os dados já obtidos nas mesmas com imagens orbitais de conformidades com o ventilado nos itens 3.1.1 A - e 3.1.1 B -
- B) Estudo das imagens do ERTS e em função do mesmo realização de missões de conformidade com o ventilado nos itens 3.1.1 A - e 3.1.1 B -

- C) Realização de estudos e missões gerados pelos planos de colaboração a serem estabelecidos pelo impacto tecnológico e o grau de dependência ao INPE que certamente serão criados pelos produtos do ERTS-A.

3.2.3 - Objetivos Gerais a partir de janeiro de 1975

Vide Objetivos Gerais da Fase E.

3.3 - Cronograma Geral

Vide Figura 3.1.

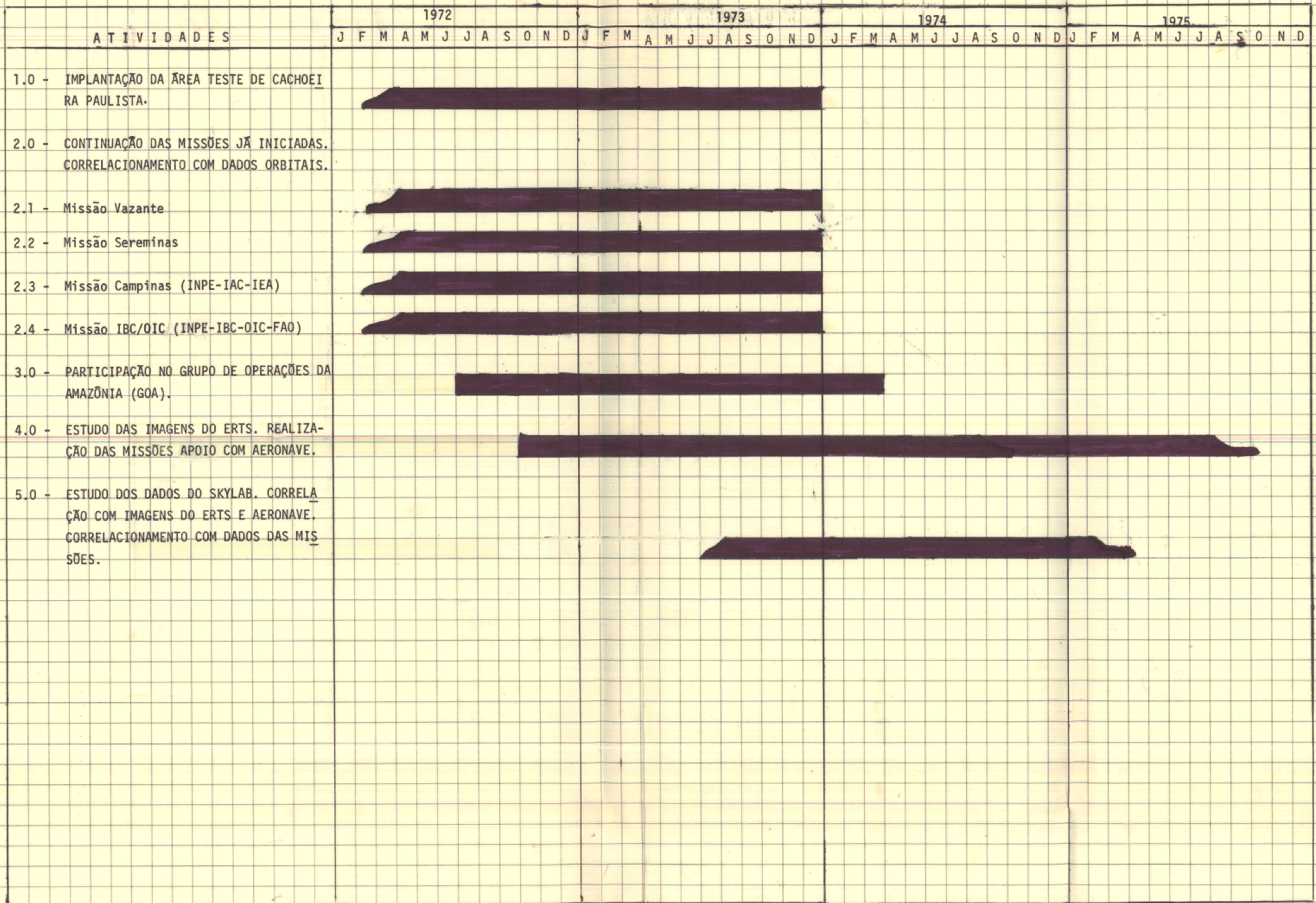


FIG. 3.1 - CRONOGRAMA GERAL DAS ATIVIDADES DO GRUPO DE RECURSOS DO SOLO

C A P Í T U L O I V

GRUPO DE RECURSOS MINERAIS

4.1 - Considerações Gerais

4.1.1 - A realidade Brasileira em Recursos Minerais.

Na composição do Produto Nacional Bruto, a mineração participa com apenas 1%, enquanto a agricultura participa com 30%, a indústria com 26% e o setor de serviços com 43%. Nos países desenvolvidos, a participação da indústria de mineração atinge níveis mais altos que 5%. Nosso país apresenta, ainda, uma das maiores cifras internacionais de dependência mineral externa (65% do consumo), importando petróleo, carvão, cobre, alumínio, zinco, chumbo, enxofre, sais de potássio e sódio, etc.

Por outro lado, o panorama geológico brasileiro, aliado à enorme extensão territorial, é altamente indicativo de grande potencialidade em recursos minerais. Cumpre notar aqui, que as três maiores descobertas de depósitos minerais (estanho, ferro e alumínio) nos últimos anos foram feitas na Amazônia, quando foram iniciados os trabalhos exploratórios na região.

A nossa deficiência em recursos minerais é resultado quase que exclusivo da falta de conhecimento geológico. O mais recente mapa geológico do Brasil, na escala 1:5 000 000 apresenta muitas imperfeições, decorrentes de extrapolações e inferências feitas a partir de regiões geologicamente mal conhecidas para regiões desconhecidas. O DNPM iniciou em 1958 um programa de mapeamento geológico do país na escala 1:1 000 000. O fato de até hoje nenhuma das cartas constantes des

se projeto ter sido apresentada denota a impossibilidade de levar a cabo tal tarefa, nas atuais condições. Uma porcentagem mínima da área do país está mapeada em escalas maiores (1:100 000 ; 1:250 000 ; etc).

Como os recursos minerais estão controlados por feições geológicas, qualquer programa de prospecção de depósito minerais deve ser precedido de mapeamento geológico.

As jazidas representam concentrações de elementos minerais muitas vezes maiores que os padrões normais. Essas concentrações resultam de uma convergência de fatores geológicos favoráveis, que atuaram durante as várias fases de evolução da crosta terrestre. O desenvolvimento das ciências geológicas já atingiu um ponto em que várias leis de formação de depósito minerais já foram estabelecidas. Sabe-se, por exemplo, que depósitos de níquel estão associados a rochas ultrabásicas formadas em determinadas fases de eventos de deformação e movimentação da crosta da terra. Estes eventos são o objeto de estudo da tectônica e se desenvolvem em escala continental. O estudo das condições de formação de depósitos minerais durante os eventos tectônicos é o principal objetivo da metalogênese. Tanto a tectônica como a metalogênese dependem de mapeamento geológico em nível continental, em escalas entre 1:5 000 000 e 1:1 000 000 (nível exploratório).

De posse desses mapas e efetuados os estudos complementares (geocronologia, análise estratigráfica regional, etc.) poder-se-á estudar a evolução tectônica da região e selecionar as áreas mais favoráveis à existência de depósitos minerais. Essas áreas poderão, então, ser objetivo de projetos básicos de avaliação das potencialidades em recursos minerais e mapeamento geológico em nível de reconhecimento (escalas entre 1:100 000 e 1:250 000). Esses projetos poderão ser acompanhados de levantamentos geofísicos e geoquímicos. Identificados os locais que apresentarem convergência de fatores favoráveis ou anomalias geoquímicas e geofísicas, se pode proceder então ao mapeamento geológico de definição com escalas entre 1:50 000 e 1:25 000. Estes trabalhos poderão ser acompanhados também por geofísica e geoquímica de detalhe.

Localizados os depósitos minerais procede-se aos trabalhos de avaliação qualitativa e quantitativa, com mapeamento geológico de detalhe, em escalas entre 1:10 000 e 1:2 000, trabalhos subterrâneos, análises de laboratório, etc. O resultado desses trabalhos, juntamente com estudos de mercado, etc., permitirá a definição da aproveitabilidade econômica dos depósitos.

Em cada um dos níveis de pesquisa geológica acima descritos, é coletada uma grande quantidade de dados. A medida que se passa de um nível continental para um nível local, a densidade de dados por unidade de área aumenta, aumentando conseqüentemente o custo da coleta. Estes custos poderão ser minimizados pelo desenvolvimento de uma estratégia para localização dos depósitos minerais, com a execução de levantamentos integrados nos quais se utiliza uma combinação de técnicas, cada uma fornecendo informação específica sobre algum aspecto geológico da região. Uma estratégia (metodologia) eficiente poderá levar à descoberta do depósito já num nível mais geral e, conseqüentemente, a um custo bem menor.

Os estudos geológicos não se restringem somente à busca de depósitos minerais (incluindo aqui o petróleo), mas também à investigação de água subterrânea, apoio aos projetos de engenharia, projeto e operação de minas, previsão e controle de acidentes geológicos, etc. Os campos de petróleo e os lençóis de água subterrânea estão geralmente associados a grandes estruturas geológicas, com dimensões da ordem de vários quilômetros; por outro lado, os estudos de geologia aplicada à engenharia civil e ao planejamento e controle de trabalhos de mineração, estão restritos a pequenas áreas. As concentrações minerais ocupam posição intermediária entre esses dois extremos, mas com uma tendência para o segundo caso.

Pode-se considerar o sensoriamento remoto como uma atividade geradora de dados. A análise dos dados provenientes da aplicação de um ou mais sensores a um determinado problema poderá levar ao estabelecimento de "receitas" (metodologias) aplicáveis a problemas semelhantes, em outros locais.

A aplicação do sensoriamento remoto a problemas geológicos visa fundamentalmente a obtenção de informação sobre três aspectos principais: litologia, estruturas e solos.

Várias espécies de rocha são em si recursos minerais, como por exemplo os calcários, gipsita, etc. Muitas estruturas geológicas, como fraturas, falhas e dobras, são hospedeiras de depósitos minerais. Alguns solos, como bauxita, lateritas níquelíferas e manganésíferas, são depósitos minerais. Estes fatos indicam que, sob condições favoráveis, alguns depósitos minerais poderão ser facilmente localizados pela aplicação de um pequeno número de técnicas. Todavia, esse não é o caso normal, pois as jazidas estão frequentemente mascaradas por vegetação ou solo, ou são muito pequenas para serem localizadas diretamente.

4.1.2 - Possíveis Metodologias Aplicáveis a Problemas Geológicos

A) Mapeamento Geológico Regional

As imagens obtidas pelo projeto RADAM e aquelas a serem obtidas no projeto ERTS permitirão sem dúvida, o estabelecimento de um mapa geológico básico na escala 1:1 000 000. A experiência obtida durante o último ano com a interpretação das imagens de radar da Amazônia, indicam que dificilmente se poderá construir mapas na escala ... 1:250 000 a partir daquelas imagens, a não ser com um intenso controle de campo. As imagens de radar são excelentes para a definição das grandes estruturas mas são equiparáveis às fotografias aéreas normais para a identificação de litologia. Neste aspecto, em virtude de seu caráter multiespectral, espera-se melhores resultados com as imagens do ERTS.

B) Prospecção de Recursos Minerais

A escolha dos objetos de pesquisa nesta área deverá obedecer, principalmente, a um critério de prioridades, ditado pelas necessidades nacionais, tanto sociais, como é o caso da água subterrânea, como econômicas, como é o caso de petróleo, cobre, etc.

A localização de mananciais de água subterrânea é problema da mais alta importância para uma região com cerca de 2 milhões de km quadrados e intensamente povoada, que se estende do nordeste brasileiro até o interior do Estado de São Paulo. Uma metodologia aplicável a este problema deverá se iniciar, onde aplicável, com mapeamento geológico regional, que será o ponto de partida para a seleção de áreas mais favoráveis. Estas, poderão ser investigadas com fotografias infra-vermelhas branco e preto, de modo a localizar zonas mais úmidas. Da análise combinada entre topografia, geologia e localização de zonas úmidas poder-se-á definir as condições de fluxo subterrâneo e selecionar pontos ideais para a execução de trabalhos subterrâneos. É possível que os sensores termais forneçam dados sobre circulação de água subterrânea, pois este fenômeno é fator importante no balanço térmico superficial. Outros tipos de imagens poderão fornecer informação sobre a litologia e estrutura geológica local.

A localização de depósitos de petróleo é uma das atividades de prospecção geológica mais intensa no Brasil. Presentemente, esses trabalhos concentram-se na plataforma continental, onde a situação geológica se mostra mais favorável. É difícil imaginar a aplicabilidade dos sensores convencionais para pesquisa de petróleo nessas condições, onde a lâmina d'água chega a ter 200m de espessura. Todavia, poder-se-á tentar o uso de fotografias multi-espectrais para mapeamento do fundo oceânico em zonas menos profundas. Neste caso, objetiva-se localizar manifestações superficiais (no fundo do mar) de estruturas geológicas favoráveis. Uma outra possibilidade é a da utilização de aeromagnetometria para a localização de grandes estruturas, como já foi tentado pela Petrobrás. Uma possibilidade atrativa é aquela da utilização de sensores

ativos a laser, trabalhando na região do ultra-violeta, para localizar manchas de óleo na superfície do mar. Em alguns locais foi verificado que esse óleo escapa dos reservatórios subterrâneos através de fraturas e se espalha pela superfície do mar. O problema está em localizar a zona de escape, o que poderá ser feito através de levantamentos sucessivos; de modo a identificar a menor área possível para busca por outros métodos. Dentro do continente, em especial na região amazônica, a Petrobrás está pesquisando a aplicabilidade das imagens de radar para a localização de estruturas favoráveis ao acúmulo de petróleo.

Na pesquisa de depósitos minerais metálicos, já estão em execução no INPE três missões, cada uma com objetivos específicos. A missão Vazante tinha em mira testar a aplicabilidade das fotografias infra-vermelhas para a identificação de jazidas de zinco na zona do cerrado, com base na notável associação entre minério a determinadas espécies vegetais. Os resultados preliminares são bastante encorajadores, pois é possível delimitar-se perfeitamente os depósitos de zinco nas fotografias coloridas infra-vermelhas. Na missão Itabira um dos objetivos era testar a aplicabilidade de fotografias coloridas para a identificação de corpos de rochas ultrabásicas (favoráveis à existência de depósitos de Cr, Ni, Co, Pt, etc.) intrusivos nos quartzitos do Grupo Espinhaço. Também aqui os resultados preliminares foram encorajadores, pois as fotos Ektachrome mostram nitidamente as zonas de rochas básicas pela coloração do solo. Na missão Senhor do Bonfim o objetivo principal era a caracterização de corpos ultrabásicos em quartzitos pela utilização de sensores termais. Os dados de campo indicaram que em determinadas horas do dia essas rochas apresentam-se com grandes diferenças de temperatura, que poderão ser investigadas nas imagens termais.

Tem-se em mente o desenvolvimento de dois projetos de pesquisa, um visando o estabelecimento de metodologia para a prospecção de concentrações de elementos radioativos e outro visando testar a aplicabilidade de fotografias infra-vermelhas para detectar anomalias

de comportamento em vegetação, associadas a depósitos de cobre. No primeiro caso, estabeleceu-se um modelo conceitual, segundo o qual uma concentração de elementos radioativos (U, Th ou K) poderá produzir diferenças mensuráveis de temperatura se se utilizarem imageadores termais. Um cálculo aproximado, feito para a única jazida de urânio conhecida no país, em Poços de Caldas, indica que se pode esperar diferenças de temperatura, entre a jazida e a rocha hospedeira, de ordem de dois graus centígrados, dentro portanto da sensibilidade do imageador termal. Resta saber qual deverá ser a melhor época do ano e qual a melhor hora para um levantamento deste tipo. A aplicação de sensores termais será uma das etapas do método, que envolve espectro-cintilometria, geoquímica e trabalhos de campo.

No caso da pesquisa para depósitos de cobre, é sabido que concentrações anômalas desse metal nos solos produz alterações metabólicas nos vegetais que aí se desenvolvem, as quais poderão causar anomalias nas características da reflectância espectral dos mesmos. Estas anomalias poderão ser investigadas através de fotografias infravermelhas e multiespectrais. É intenção testar essa metodologia em áreas conhecidas e posteriormente aplicá-la em região potencialmente favorável na amazônia.

A Figura 4.1 apresenta várias classes de problemas de recursos minerais, as escalas em que elas são melhores observadas e considerações sobre técnicas correntes e potenciais.

4.2 - Objetivos Gerais do Grupo de Recursos Minerais

4.2.1 - Objetivos Gerais até dezembro de 1974

- A) Elaboração de mapa geológico básico, na escala 1:1 000 000, da região deste para geologia do projeto ERTS-1;
- B) Pesquisa sobre a aplicabilidade das imagens do ERTS-1 para a identificação e localização de depósitos minerais, com base nos dados já disponíveis ou a serem coletados pelas missões em andamento;

- C) Desenvolvimento de metodologias para a interpretação de imagens pelo uso combinado de análise visual e análise automática, além da abordagem multidisciplinar (Vegetação - solo - rocha);
- D) Estabelecimento de metodologias aplicáveis a vários problemas geológicos, em especial: localização de mananciais de água subterrânea; definição de áreas potenciais para concentração de minerais radioativos; localização de concentrações de metais úteis (em particular cobre, chumbo e zinco);
- E) Estudo comparativo das imagens dos projetos RADAM, ERTS-1 e SKYLAB, com vistas à definição de aplicabilidade a problemas geológicos;
- F) Participação em missão multidisciplinar a ser executada no Litoral do Rio Grande do Sul.

4.2.2 - Objetivos Gerais para o Ano de 1973

- A) Conclusão das missões ora em andamento: Sereminas, Senhor do Bonfim; Vazante e Terezina;
- B) Desenvolvimento da fase principal de interpretação das imagens do ERTS, com definição da metodologia a ser seguida no futuro, envolvendo análise visual, análise automática e compilação de dados existentes;
- C) Planejamento e início de desenvolvimento de pesquisas sobre aplicabilidade do sensoriamento remoto à localização de depósitos de água subterrânea. Como área teste inicial sugere-se o interior do Estado de São Paulo em local com abundância de dados. Seria recomendável um contacto com o Instituto Geográfico e Geológico para uma eventual cooperação;
- D) Planejamento e início de execução de projeto de pesquisa visando testar a aplicabilidade de sensores termais para a localização de concentração de elementos radioativos ou otimização dos métodos de prospecção atualmente em uso. Deverão ser feitos contatos com

CLASSES DE PROBLEMA	TAMANHO DO ALVO					ESCALA					TECNICA APLICADA																									
											O=ÓTIMO, B= BOM, R=RUIM, P=POTENCIAL																									
	10 m	100 m	1 Km	10 Km	100 Km	1.000 Km	1:1.000	1:10.000	1:100.000	1:100.000	1:10.000.000	Campo-helicóptero	Campo-viatura	Foto-Interpretação	Magnetometria	Gravimetria	Sísmica	Eléctro-resistividade	Radiog. vidade	Eléctro-magnetismo	Radar. visada lat.	IR- Termal	IR-Fotográfico	Multispectral	V.L.E.	AFMAG	Geoquímica Reg.	Geoquímica Det.	Trabal. Subterran.	Fot.Satélite						
MAPEAMENTO GEOLOGICO																																				
Categoria: Exploratório																																				
Reconhecimento											B	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	B	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		
Definição											B	R	B	B	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Detalhe											R	B	B	B	B	B	R	R	R	R	R	R	R	R	P	P	P	P	R	R	R	R	R	R	R	R
Objetivos: Litologia - Estratigrafia												B											R	P	P	P	R	R	P	R	R	R	R	R		
Objetivos: Estrutura												B	B	B	B	B	R	R	R	R	R	R	R	R	P	P	R	P	P	R	R	R	R	R	R	
RECURSOS MINERAIS																																				
Provincias minerais: potencialidades																																				
Grandes depósitos: calcário, gipso, carvão, bauxita, Fe, Mn, Petróleo, Ni											R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	B	R	P	
Médios depósitos: aluviões, PbZn, U, Cu, Pigmatis											B	R	P	P	P	P	P	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	B	B	R	P		
Pequenos depósitos: Carbonatitos											R	P	P	B	B	B	R	R	R	R	R	R	R	R	P	P	P	P	P	R	O	B	R	R		
Minerais radiotivos											B	B	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	P	P	P	P	P	P	P	R	B	R	R	
Petróleo											R	R	B	B	B	B	R	R	R	R	R	R	R	P	P	P	P	R	R	R	P	R	B	P		
Água											R	R	B	R	B	B	R	R	R	R	R	R	R	P	P	P	P	R	R	R	R	R	R	B	P	
PROBLEMAS DE ENGENHARIA CIVIL																																				
Estudos de locais de Barragens																																				
Projetos de estradas											R	O	B	R	R	B	B	R	R	R	R	R	P	P	P	P	R	R	R	R	B	R				
Projetos de túneis											B	B	B	B	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	P	R	P	P	R	R	R	R	B	P	
Estudos de Fundações											R	R	P	R	R	B	P	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
Materiais de Construção											B	B	B	R	R	R	R	R	R	R	R	R	P	R	P	P	R	R	R	R	R	R	P	P		
MAPEAMENTO DE PROTEÇÃO DE SOLOS																																				
PREVENÇÃO DE ACIDENTES GEOLOGICOS																																				
											B	B	O	R	R	R	R	R	R	R	R	R	P	P	P	P	R	R	R	R	R	R	R	P		

FIG. 4.1 - CLASSES DE PROBLEMAS DE RECURSOS MINERAIS; ESCALAS E TÉCNICAS CORRENTES E POTENCIAIS

a Comissão Nacional de Energia Nuclear com vistas a uma eventual colaboração;

- E) Planejamento e início de execução de projeto de pesquisa com o objetivo de testar a aplicabilidade de sensores na faixa do infravermelho para a localização de anomalias geoquímicas em solos, com base em anomalias características espectrais de vegetação. Esta pesquisa dará continuidade ao que já foi iniciado na Missão Vazante;
- F) Análise e interpretação das imagens a serem obtidas em Caraguatatu - ba para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas da USP, objetivando testar sua aplicabilidade ao planejamento de estradas e delimitação de áreas propensas a apresentar deslizamentos de terra;
- G) Planejamento e início de execução da parte geológica da missão Rio Grande do Sul.

4.2.3 - Objetivos Gerais a partir de 1975

Vide Objetivos Gerais da Fase E.

4.3 - Cronograma Geral

Vide Figuras 4.2 e 4.3.

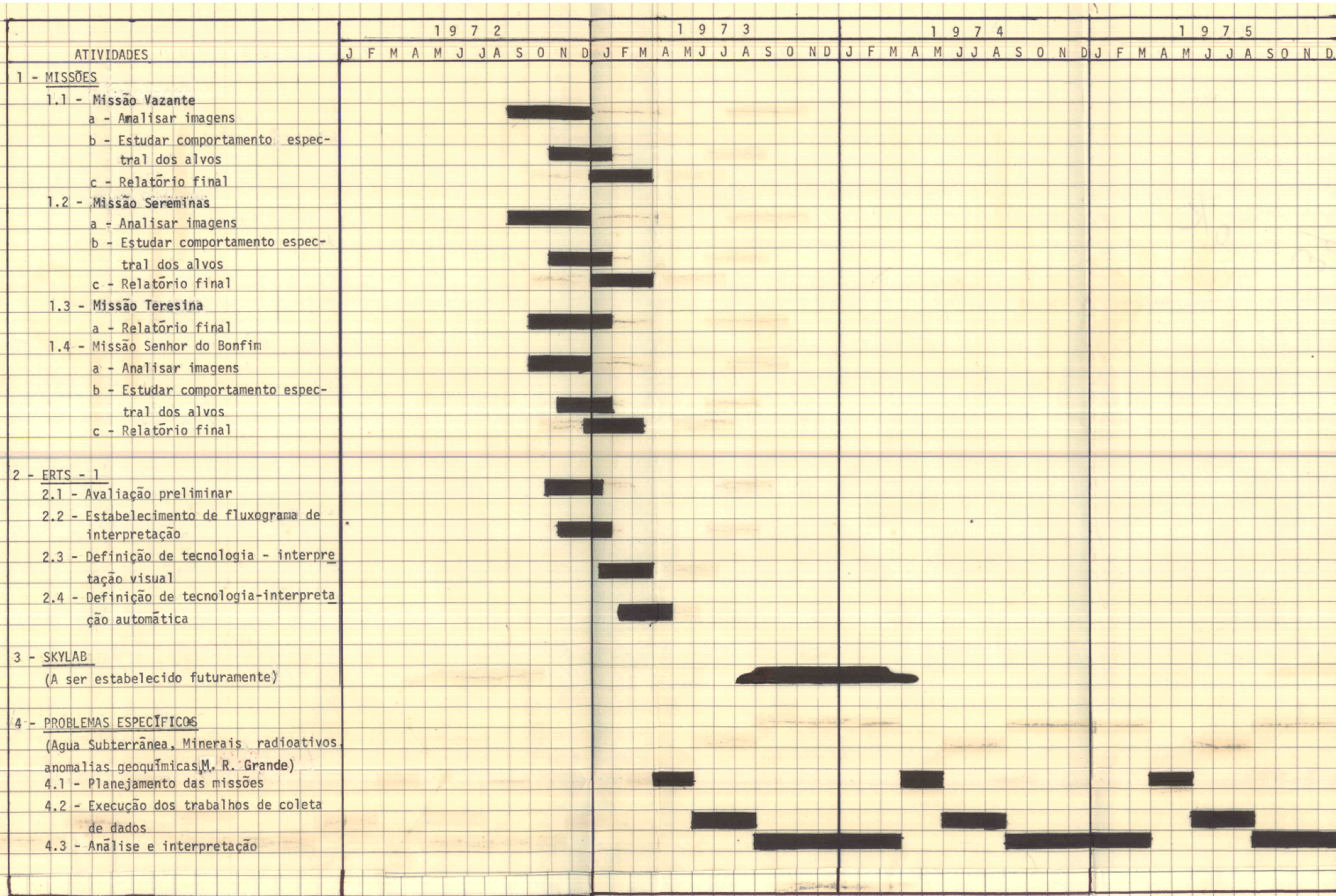


FIG. 4.2 - CRONOGRAMA GERAL DAS ATIVIDADES DO GRUPO DE RECURSOS MINERAIS

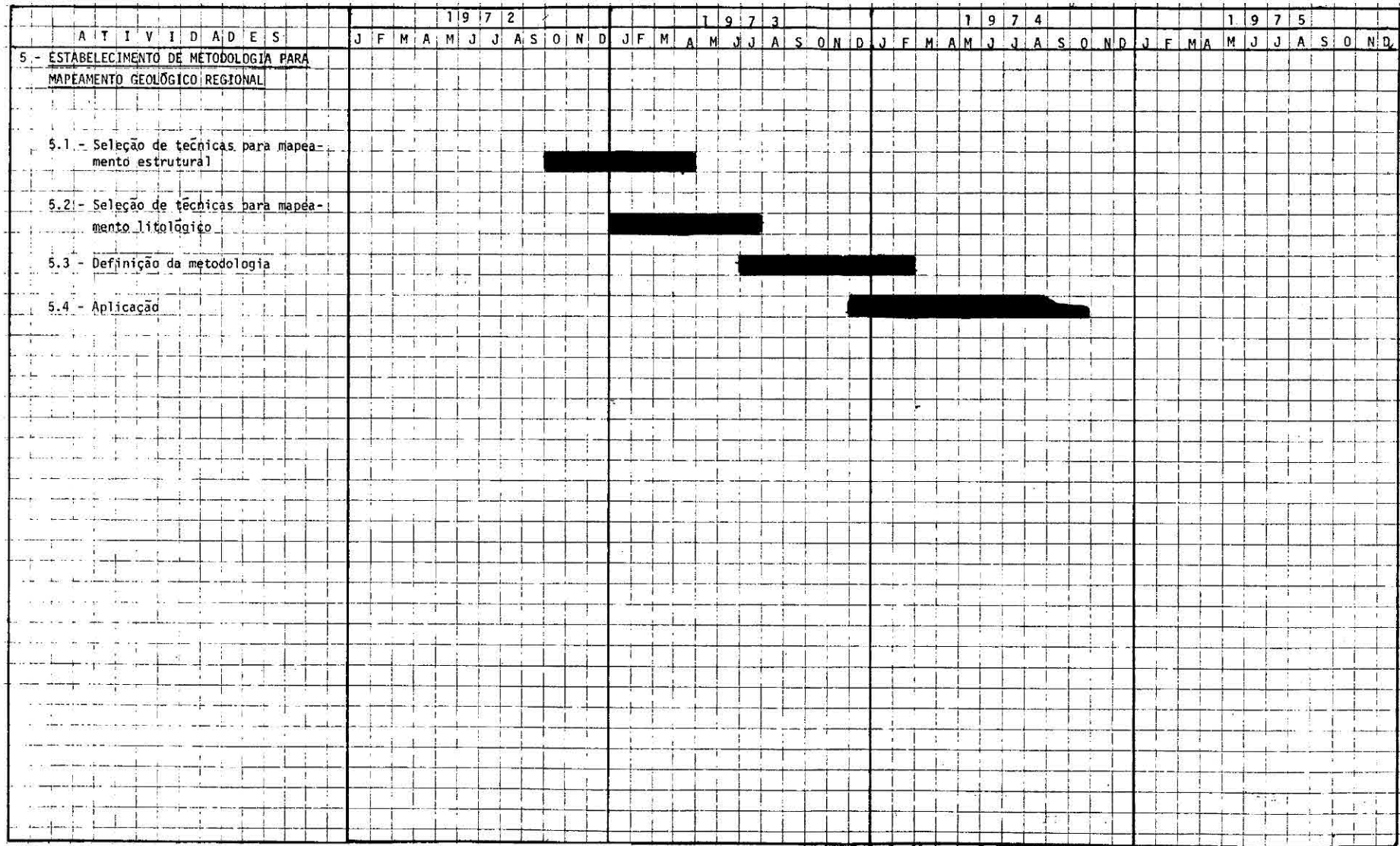


FIG. 4.9 - CRONOGRAMA GERAL DAS ATIVIDADES DO GRUPO DE RECURSOS MINERAIS

C A P I T U L O : V

GRUPO DE RECURSOS DO MAR

5.1 - Considerações Gerais

5.1.1.- Sistemática da Pesquisa Oceanográfica

Por sua natureza a pesquisa oceanográfica não requer uma interpretação muito elaborada dos dados colhidos pelos sensores remotos.

Pode-se dizer que os problemas oceanográficos de interpretação se reduzem, em princípio, a dois casos:

- 1 - mais claro - mais quente; mais escuro - mais frio; e
 - 2 - mais claro - mais raso ; mais escuro - mais fundo,
- quando evidentemente estiverem sendo usados sensores térmicos e da luz visível, respectivamente para fins oceanográficos (físico) e hidrográficos.

Para estudos de biologia marinha, chaves um pouco mais complicadas serão ainda estabelecidas.

A sistemática da pesquisa que até então vem sendo seguida pelo grupo de oceanografia baseia-se nas seguintes considerações:

- a) A pesquisa só deverá ser formulada após o conhecimento prévio do fenômeno que se pretende estudar.
- B) A área de experimentação deve ter pequenas dimensões, isto é, a área de testes onde será exercido o principal esforço da pesquisa deve ser limitada e apresentar, de preferência, os fenômenos que ocorrem na área de grandes dimensões que a circunscreve.

A região inicialmente selecionada para ser área de teste foi o retângulo de 60 x 30 milhas náuticas mostrado na figura 5.1.

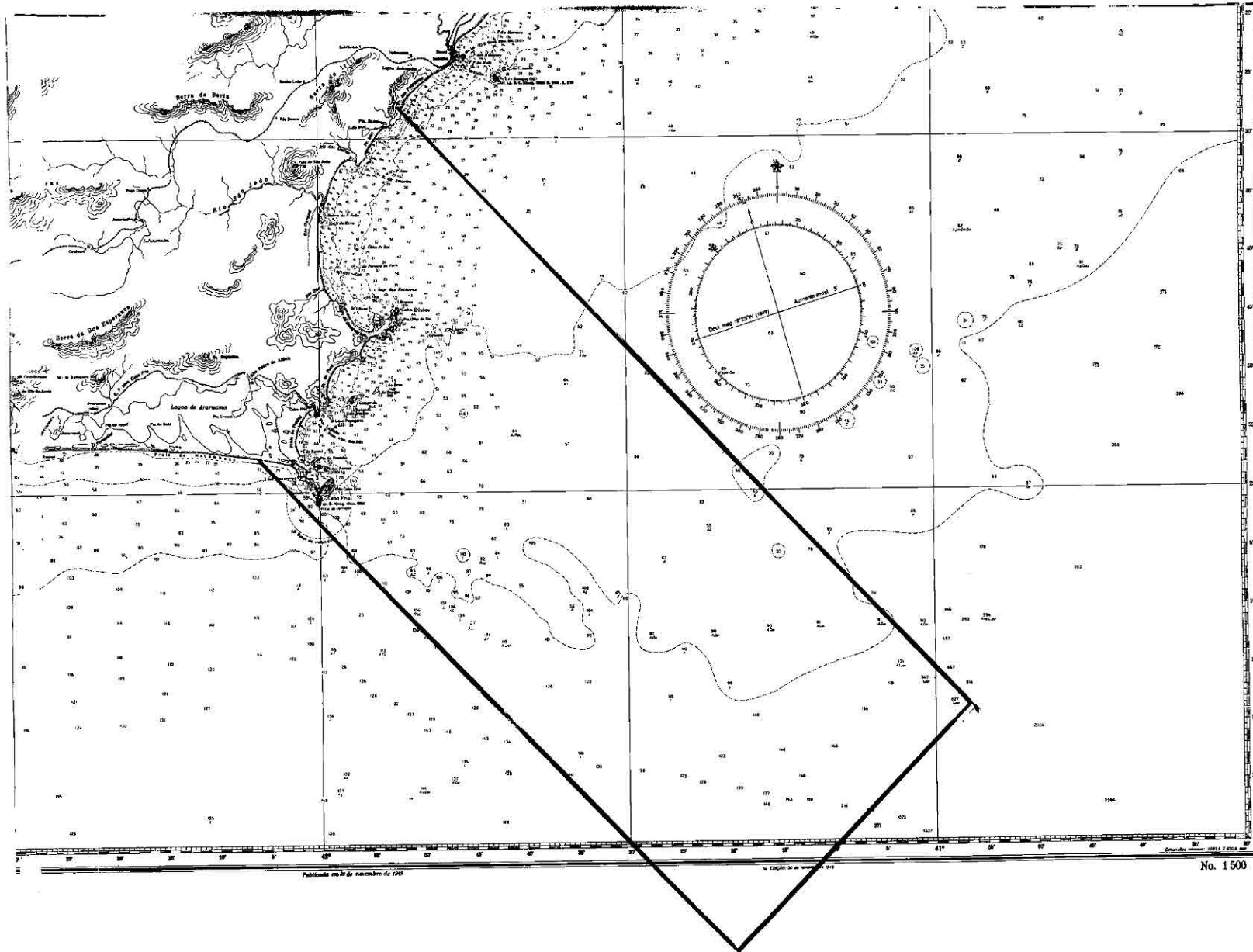


Fig. 5.1 - Área de teste Cabo Frio (SEREMAR I)

A escolha da área de Cabo Frio foi feita visando o atendimento das considerações já feitas e cujas razões principais são as seguintes:

- É o ponto da costa brasileira onde é mais sensível o fenômeno da resurgência.
- Nesta área os limites da corrente do Brasil se encontram relativamente próximos da costa.
- A água do mar em Cabo Frio é muito clara, permitindo a penetração da luz até o fundo nas zonas rasas.
- Existe apoio permanente na área não só para coleta de dados como fornecimento de meios para realização de operações de campo, da Cia Nacional de Alcalis e do Instituto de Pesquisas da Marinha.
- É uma das regiões oceanograficamente mais estudadas da costa do Brasil.
- É o mais importante: os fenômenos que ocorrem em Cabo Frio possivelmente poderão ser extrapoladas para a Costa Sul do Brasil.

Em 1969 e em 1971, duas missões da série SEREMAR foram realizadas nessa área com o apoio de aeronave da NASA e helicópteros da Base Aero-Naval de São Pedro da Aldeia e navios oceanográficos da Marinha Brasileira e da Universidade de São Paulo. Esse ano será realizado a SEREMAR III com apoio da aeronave do INPE na área mostrada na Fig. 5.2.

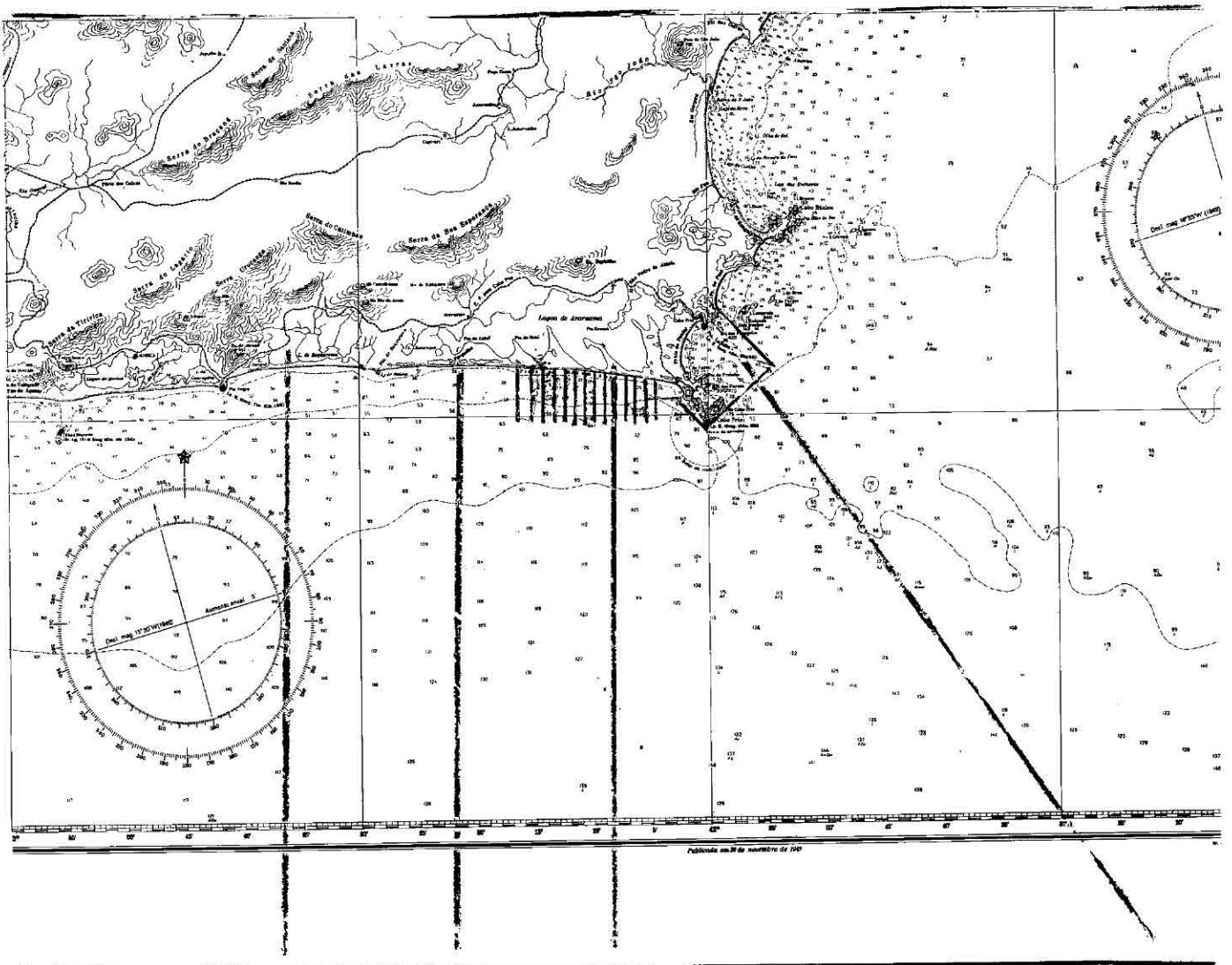


Fig. 5.2 - Área de teste Cabo Frio com os vôos programados para a missão SEREMAR II e SEREMAR III.

Dessas missões ficou evidenciado que os sensores remotos são capazes não sã de detectar contrastes t̄rmicos superficiais causa dos limites de corrente do Brasil e pelo fenômeno de ressurgência, como fotografar o fundo do mar nas zonas mais razas. Outro fenômeno im portante que tais missões constataram ẽ que a corrente do Brasil oscila perpendicularmente ẽ costa com uma velocidade m̄dia de 1,8 milhas nãuticas por dia, deslocando-se cerca de 20 milhas em onze dias.

Tais resultados nos levaram a desenvolver estudos da ressurgência e da topografia do fundo a n̄veis m̄dios e orbitais de coleta de dados.

Quanto ao nível médio, com os dados colhidos pelos sensores infravermelhos a bordo de aeronaves foram feitos estudos de correlação entre esses dados e um modelo matemático da ressurgência. Tais estudos apresentaram resultados bastante satisfatórios. Com os dados da faixa da luz visível foram feitas estudos preliminares para determinação da batimetria do fundo usando-se técnicas fotogramétricas e matemáticas.

Os resultados dessa pesquisa conduziram então os estudos a três novos caminhos:

- estudos teóricos de ressurgência sobre uma área maior, compreendida entre Cabo Frio e a Baía da Guanabara, com o suporte de dados colhidos por aeronaves, isto é, a nível médio.
- estudos da batimetria do fundo da região de Abrolhos, através de técnicas matemáticas, com o suporte de dados colhidos pelo satélite ... ERTS, isto é, a nível orbital.
- estudos das oscilações da corrente do Brasil sobre uma área compreen dida entre o Cabo de São Tomé e Itajaí ou Santos com o suporte de dados colhidos pelos satélites NIMBUS IV e SKYLAB, isto é, a nível orbital.

Note-se portanto que os estudos realizados na Área de Cabo Frio foram capazes de conduzir à formulação de estudos que cobrem as áreas já descritas e que podem ser vistas na figura 5.3.

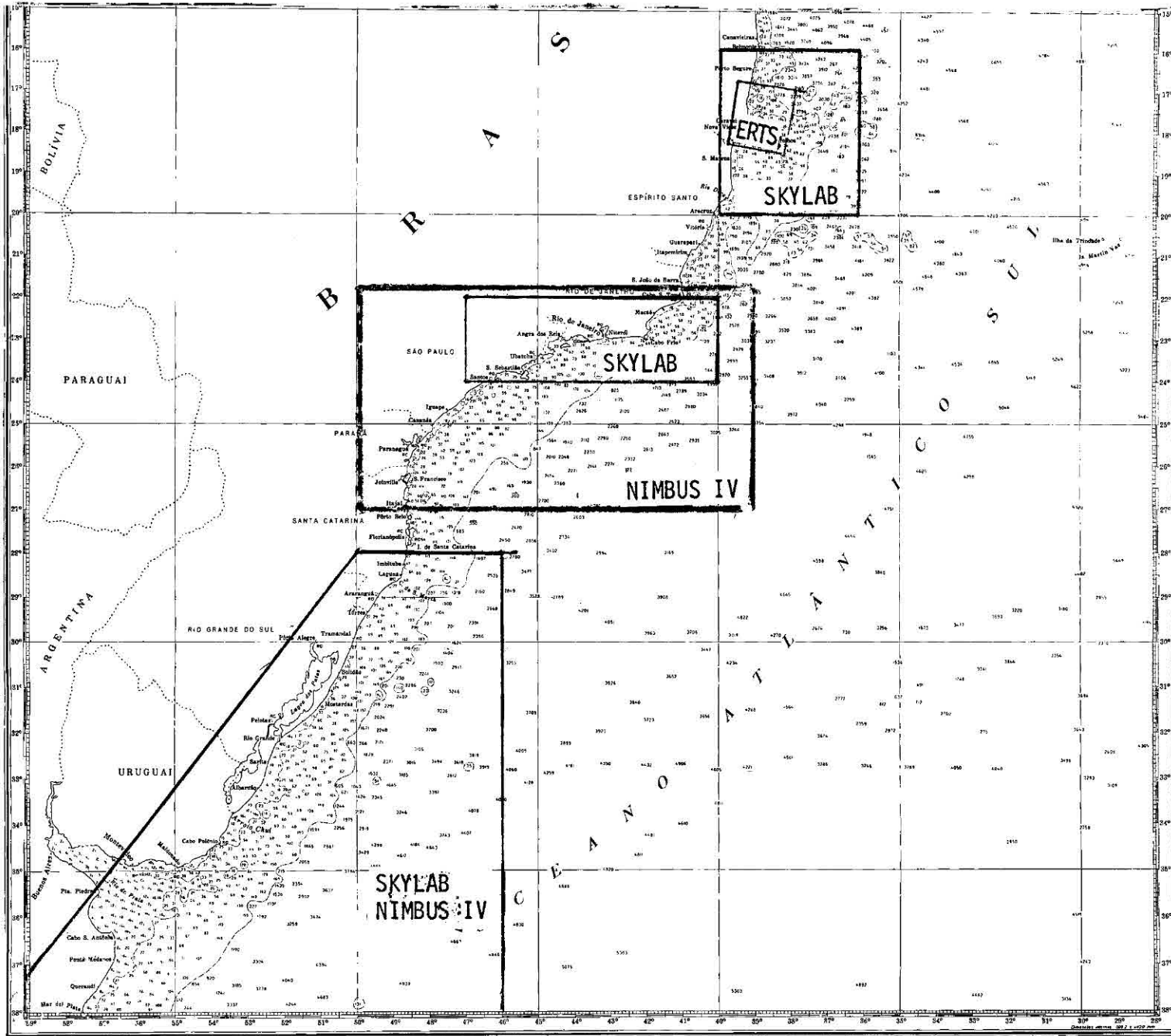


Fig. 5.3 - Áreas da Costa do Brasil onde estão sendo realizados experimentos a distâncias orbitais, com indicação dos satélites correspondentes.

Embora sem relação com o que se passa em Cabo Frio, mas baseado em estudos clássicos de oceanografia e estudos já realizados pela NASA, através do uso do satélite NIMBUS, será também coberta, a nível orbital a área compreendida entre Imituba e Mar del Plata, como mostra a Figura 5.3.

A finalidade desses estudos será acompanhar a evolução sazonal da convergência subtropical, cujos movimentos estão relacionados diretamente com a pesca nessa região.

A sistemática da pesquisa até então realizada, pode se resumir como se segue:

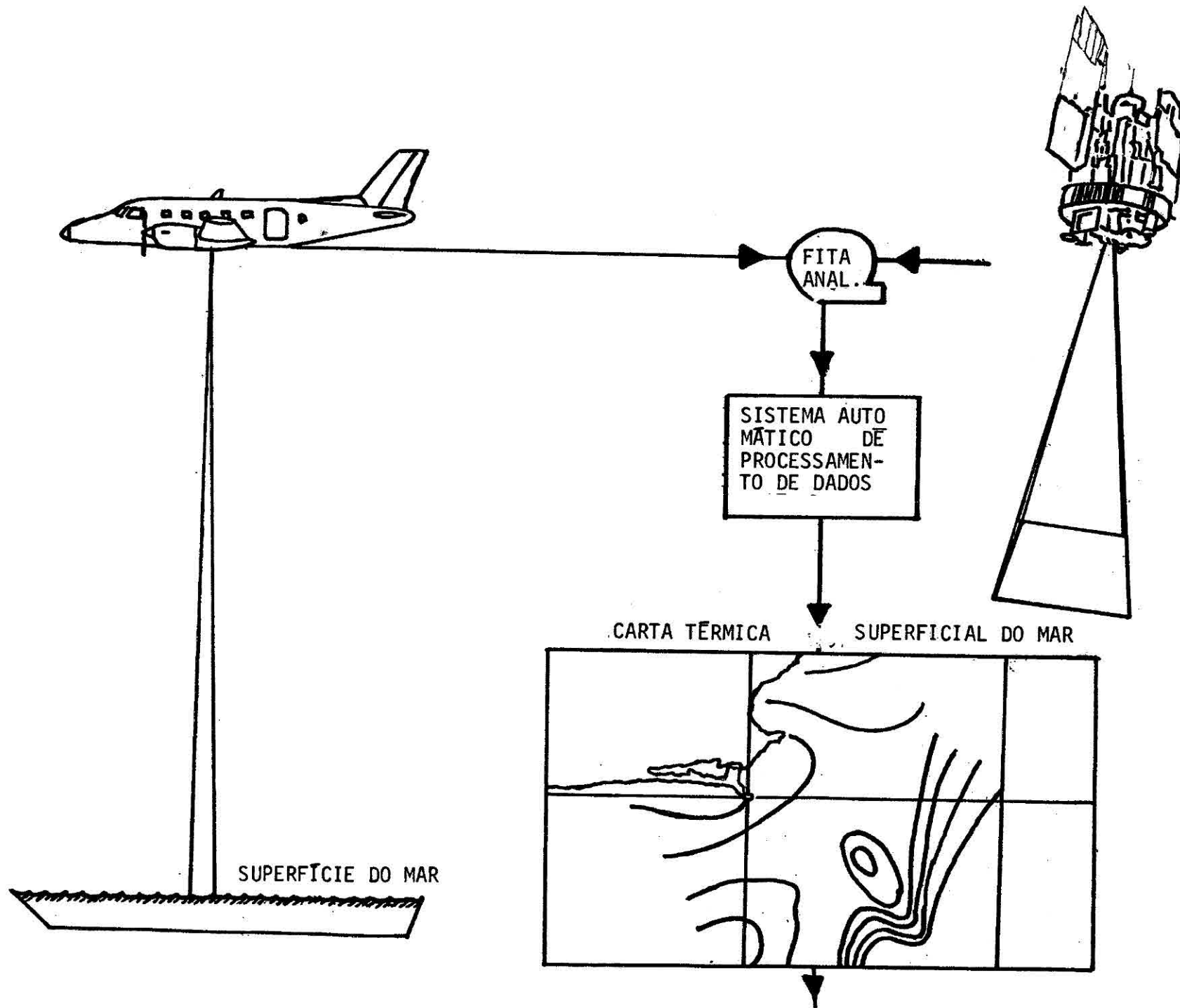
De uma área de teste de pequenas dimensões onde ocorrem de modo sensível importantes fenômenos oceanográficos, são colhidos periodicamente dados que permitam o desenvolvimento de estudos para interpretação dos mecanismos geradores desses fenômenos. Tais mecanismos, também presentes na área maior que circunscreve a área de teste, passam então a serem estudados de um modo mais global, em escalas menores, com o auxílio dos dados oceanográficos já existentes e os dados dos sensores remotos a distância orbitais. O novo entendimento trazido por esses estudos orientam então a pesquisa a ser realizada na área de Teste, dando origem a um processo iterativo.

Esse processo iterativo representa portanto a sistemática da pesquisa para interpretação dos fenômenos oceanográficos ora em estudos pelo Grupo de Recursos do Mar.

Entretanto a sistemática da pesquisa a ser realizada na costa sul, será abordada a partir das escalas menores e dos dados oceanográficos existentes e daí então, será selecionada a área ideal de teste.

Já os estudos de batimetria do fundo a serem desenvolvidos com o uso do satélite ERTS, vem sendo realizados segundo a sistemática primeiramente descrita.

É importante notar que por ser em princípio extremamente simples a interpretação dos dados dos sensores remotos em si, a maior preocupação da pesquisa é a interpretação dos fenômenos oceanográficos.



43

FIG. 5.4 - Fluxo dos dados coletados pelos Sensores Remotos a bordo de aeronave (ou satélite) até a carta térmica superficial do mar.

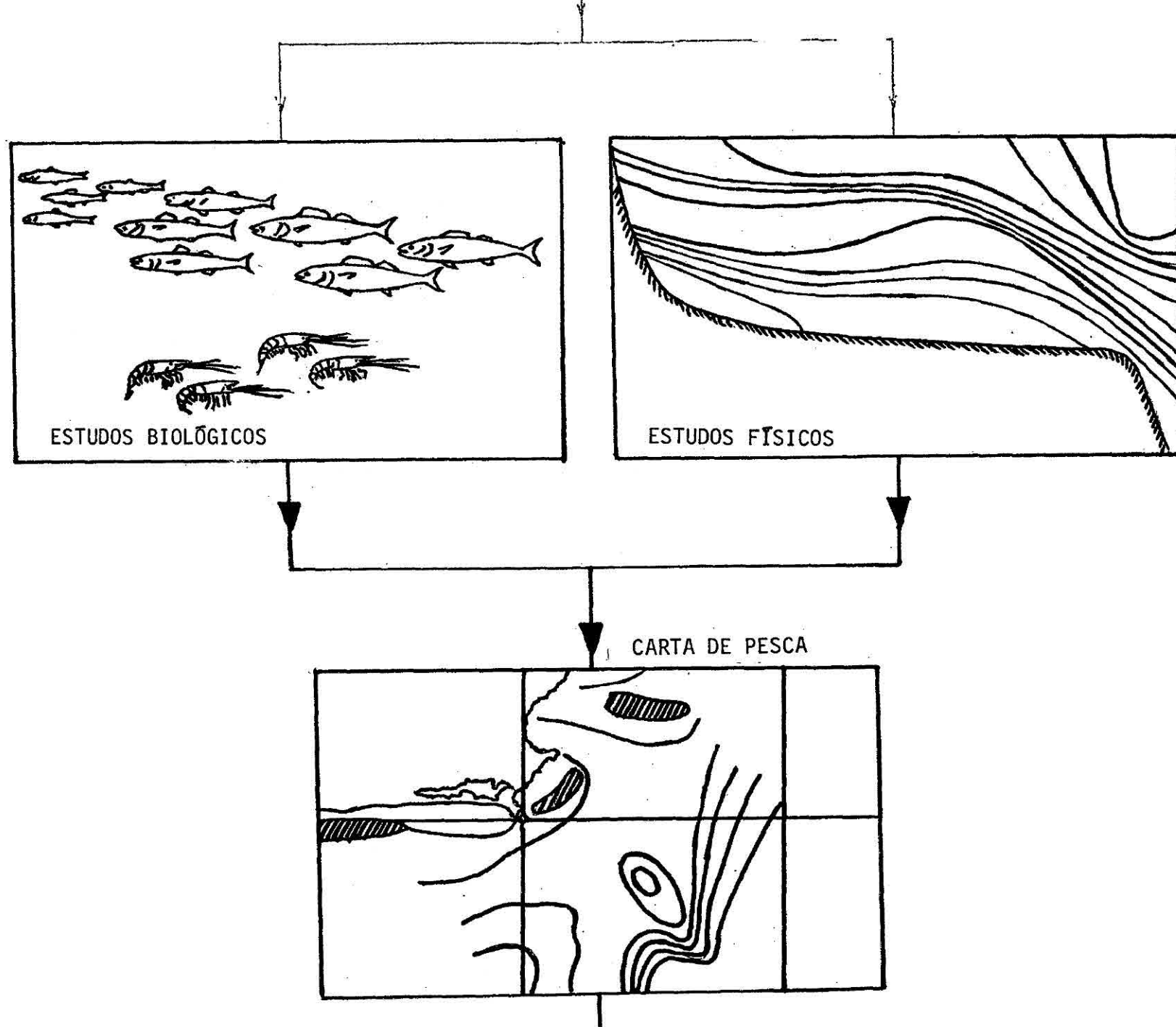


Fig. 5.5 - Fluxo dos dados da carta térmica superficial do mar, onde serão adicionadas informações dos estudos biológicos e modelos matemáticos que representarão os fenômenos que ocorrem abaixo superficial do oceano, até a carta de pesca da região estudada.

5.1.2 - Produto Final da Pesquisa

Como já considerado anteriormente, o produto final da pesquisa ora em desenvolvimento deve atingir ao maior número de usuários e ter uma natureza prática.

Desse modo é imprescindível criar-se um sistema como o mostrado nas Fig. 5.4 e 5.5 isto é, é preciso criar uma sistemática de trabalho que consista do seguinte:

Os dados, ao serem coletados (por aeronaves ou satélites) serão gravados em fita magnética. Nos laboratórios do INPE esses dados serão convertidos da forma analógica para a forma digital e então processados a fim de serem transformados numa carta térmica de superfície do mar.

Essa carta térmica do mar deverá então ser posta, em tempo real, à disposição do laboratório da DHN, para ser imediatamente fornecida a biólogos marinhos e oceanógrafos físicos.

As informações dessa carta servirão de elementos básicos para o desenvolvimento de estudos dos fenômenos biológicos e físicos que ocorrem abaixo da camada superficial do oceano. Estudos esses que serão realizados no INPE, na DHN, no Instituto de Pesquisa da Marinha e no Instituto Oceanográfico da USP.

O produto final que se espera obter é a construção de cartas de pesca que indicarão as áreas mais propícias à pesca na região em estudos.

As cartas de pesca assim construídas, em virtude da variabilidade das condições oceanográficas, deverão estar disponíveis aos pescadores o mais rapidamente possível.

Daí a necessidade de processamento dos dados em tempo real, com auxílio de computadores de grande porte (no INPE) e terminais (na DHN), ou em outro local, por meio de teleprocessamento de dados.

A mesma sistemática de trabalho poderá ser aplicada às imagens da faixa de luz visível para estudos de hidrografia e o produto final serão cartas batimétricas de regiões perigosas à navegação.

5.2 - Objetivos Gerais do Grupo de Recursos do Mar

Os objetivos gerais e a longo prazo dos estudos oceanográficos com sensores remotos estão voltados para o estabelecimento de Metodologias com vistas a:

- Localizar zonas propícias à pesca
- Localizar zonas perigosas à navegação
- Criar uma estrutura de trabalho capaz de tornar o produto final das pesquisas disponível aos usuários.

5.2.1 - Objetivos Gerais do Grupo de Recursos do Mar até dezembro de 1974

Considerando as atuais disponibilidades de aquisição de dados e a maturidade do Grupo de Recursos do Mar, pode-se estabelecer como objetivos para os próximos anos os seguintes:

- A) criar um sistema capaz de apresentar em forma cartográfica informações oceanográficas das oscilações da corrente do Brasil na costa leste e das variações da convergência subtropical na costa sul.
- B) estabelecer um modelo teórico do efeito do vento sobre o mar na área compreendida entre Cabo Frio, Baía da Guanabara e o paralelo de 23°30'S.
- C) estabelecer um sistema de processamento de funções periódicas com respectiva distribuição espectral tanto para análise de dados oceanográficos como meteorológicos.
- D) desenvolver os métodos de aplicação da técnica do "Trend Surface Analysis" para estudos da batimetria do fundo do mar através de imagens orbitais.

- E) desenvolver estudos que permitam conhecer os efeitos da absorção atmosférica sobre a radiação térmica emitida pelo mar.
- F) desenvolver estudos de biologia marinha com o emprego de Sensores Remotos.
- G) estabelecer planos de colaboração com as entidades brasileiras ligadas ao problema da pesca

5.2.2 - Objetivos Gerais para o ano de 1973

Para o ano de 1973 os seguintes objetivos deverão ser atingidos a fim de permitir que os objetivos traçados até 74 sejam alcançados:

- A) construção de cartas mensais do relevo dinâmico do mar da temperatura da superfície nas áreas cobertas pelos satélites SKYLAB e NIMBUS IV, usando as informações do Banco Nacional de Dados Oceanográficos recentemente implantado.
- B) fazer a análise das missões SEREMAR II e III a luz da primeira fase do modelo teórico do efeito das correntes produzidas pelo vento sobre o mar na área coberta por essas missões.
- C) estabelecer correlações entre as cartas citadas no objetivo a) e os dados recebidos pelos satélites NIMBUS IV e SKYLAB.
- D) com os dados da missão SEREMAR III, dar continuidade aos estudos dos efeitos da absorção atmosférica sobre os dados colhidos pelos sensores remotos da faixa infravermelha do espectro.
- E) dar continuidade aos estudos de biologia em produtividade primária com a cooperação do Instituto Oceanográfico de São Paulo e do Instituto de Pesquisas da Marinha.

F) dar início aos estudos de meteorologia para apoiar os estudos do modelo teórico do efeito das correntes produzidas pelo vento sobre o mar.

5.2.3 - Objetivos Gerais a partir de janeiro de 1975
Vide objetivos Gerais da Fase E.

5.3 - Cronograma Geral

Vide Figs. 5.6 e 5.7.

ATIVIDADES	1972					1973					1974					1975																													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D									
1.0 - DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS BÁSICOS																																													
1.1 - Estudos de oceanografia física																																													
1.2 - Estudos meteorológicos																																													
1.3 - Estudos de biologia marinha e pesca																																													
1.4 - Estudos da absorção atmosférica																																													
1.5 - Estudos hidrográficos																																													
2.0 - DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA QUE PERMITA A CONSTRUÇÃO DE CARTAS OCEANOGRÁFICAS COM DADOS DOS SENSORES REMOTOS E MODELOS TEÓRICOS																																													
2.1 - Construção de cartas térmicas da superfície do mar de dados obtidos por sensores a bordo de aeronaves e satélites.																																													
2.2 - Construção de cartas da topografia do fundo do mar através do uso do "Trend Surface Analysis" de imagens de sensores a bordo de aeronaves e satélites.																																													
2.3 - Construção de cartas oceanográficas baseadas em estudos teóricos do efeito do vento sobre a superfície do mar e do relevo dinâmico do mar.																																													
3. DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS AUTOMÁTICOS DE TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES OCEANOGRÁFICAS QUE PERMITAM A CONSTRUÇÃO DAS CARTAS ACIMA DISCRIMINADAS PELO COMPUTADOR.																																													
3.1 - Desenvolvimento de "software" para tratamento automático dos dados dos sensores instalados em aeronaves e satélites, transformando-os em cartas básicas de distribuição de temperatura ou topografia do fundo.																																													

FIG. 5.6 - CRONGRAMA GERAL DAS ATIVIDADES DO GRUPO DE RECURSOS DO MAR

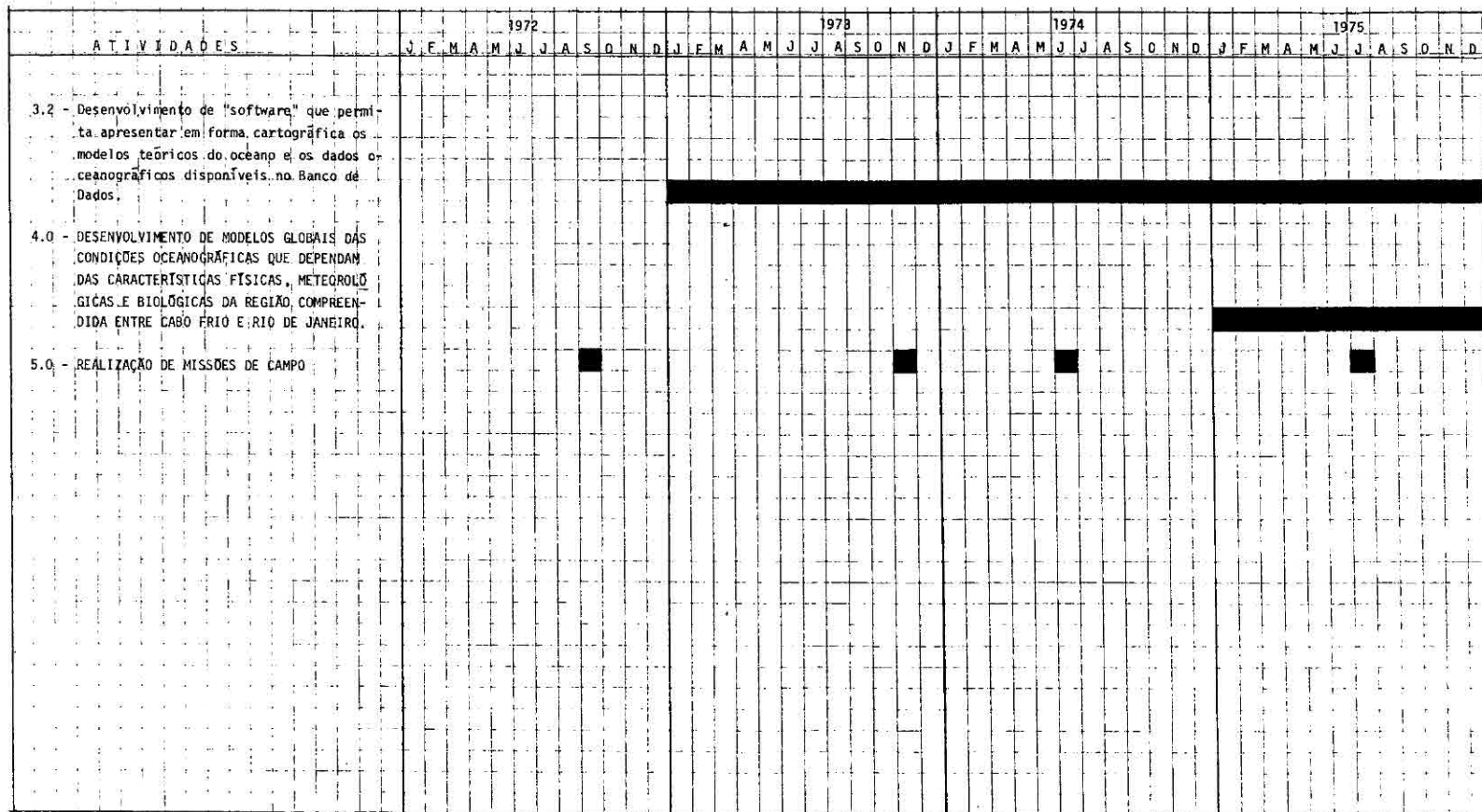


FIG. 5.7 - CRONOGRAMA GERAL DAS ATIVIDADES DO GRUPO DE RECURSOS DO MAR

C A P I T U L O VI

GRUPO DE GEOGRAFIA

6.1 - Considerações Gerais

6.1.1.- Conceito moderno de Ciência Geográfica

Pela própria definição a geografia é uma ciência que se propõe estudar e entender as relações entre o homem e o meio, analisando sua ocorrência espacial em diferentes escalas e níveis, circunscrita ao sistema ecológico onde o homem é parte central e dominante (v. Berry, Brian in "Approaches to Regional Analysis": A synthesis" - Annals of the American Geographers, 1964). Esta concepção basicamente a diferencia das outras ciências sociais, pois nenhuma delas desenvolve suas preocupações em torno da distribuição ou correlação espacial dentro do sistema ecológico; e ainda se destaca das outras ciências espaciais, como a geologia e a meteorologia, porque estuda o problema espacial com a atenção voltada para a atividade humana (v. Hagget, Peter in "Location Analysis in Human Geography") .

As novas tendências que a Geografia moderna vem demonstrando, sobretudo com a adoção dos métodos quantitativos, tem alterado profundamente o panorama da pesquisa geográfica cuja preocupação com a definição de conceitos teóricos vem se tornando cada vez mais estreitamente associada à sua matematização, desde as mais simples formas de quantificar os fenômenos até os mais complexos raciocínios de lógica dos sistemas regionais ou das redes urbanas, na construção de modelos de organização espacial, enfim na própria conceitualização do espaço geográfico (v. Galvão, Marília Velloso (e) Faissol, Speridião in "A revolução quantitativa na geografia e seus reflexos no Brasil".- Revista Brasileira de Geografia. Ano 32.nº 4 - IBGE).

Completando a situação exposta acima não podemos omitir um importante setor de atuação de Geografia: a cartografia geográfica e/ou temática. Nela, a geografia encontra sua mais expressiva linguagem, a materialização e a síntese de conceitos, teorias e informações, em forma gráfica, apoiada em específicos métodos de transformação de dados

qualitativos e quantitativos, abrangendo toda a gama de variáveis que interferem no processo de compreensão do fenômeno espacial.(v. George , Pierre in "Méthodes de la Géographie". Col. que sais-je?).

6.1.2 - Objetivos da Pesquisa Geográfica e as novas metas Geradas pelo uso dos sensores Remotos.

Como ciência aplicada, a geografia moderna encontra seu lugar bem definido numa atividade interdisciplinar que desenvolva pesquisas dirigidas aos estudos ecológicos e ambientais, podendo colaborar com sua interpretação, na busca de soluções, otimizantes para uma questão de transcendental importância nas sociedades modernas: a organização do espaço. As disciplinas que compõem o estudo da geografia, tais como geomorfologia, climatologia, biogeografia, conservação dos recursos naturais entre outros, possibilitam compreender o conjunto do quadro natural, suporte das ocorrências espaciais físicas; e o estudo de temas como geografia agrária, agrícola, urbana, indústria energia, entre outras definem o quadro humano que se distribue, relaciona e desloca nesse mesmo espaço físico, complementando um todo complexo, desorganizado, porém harmonioso.

Com base nas afirmações acima e em função das possibilidades de utilização de técnicas novas como de sensores remotos, em sua expressão mais completa, o estudo da superfície terrestre ganhou novas dimensões, tanto no sentido horizontal, quanto vertical, colocando à disposição do pesquisador farto material de trabalho, onde a geografia foi, nesse processo, uma das disciplinas mais beneficiadas nesse aspecto.

Considerando as necessidades documentais da pesquisa geográfica e a potencialidade do sensoriamento remoto, em fornecer informações espaciais numa ampla faixa espectral, fica evidenciada as possibilidades em se atingir novos e mais bem definidos objetivos, sobretudo quando forem estabelecidos em definitivo, os procedimentos sistemáticos em relação à metodologia geral e ao próprio comportamento dos pesquisa

dores na atividade multidisciplinar ou em sua especialidade. No tocante às perspectivas de enriquecimento do "back ground" disciplinar no uso das técnicas de sensoriamento remoto, estas coincidem indiscutivelmente, com as novas conquistas obtidas pela pesquisa, que só podem convergir no sentido do desenvolvimento técnico-científico do país e por consequência devem necessariamente contribuir com a melhoria do padrão de vida das populações.

6.1.3 - Níveis da Pesquisa Geográfica com Base na Utilização de Sensores Remotos.

A aplicação de sensores remotos em programas de pesquisa em geografia deve considerar, antes de mais nada, as finalidades propostas pelas especificidades da disciplina em função do nível de informação desejável. Este fato coloca, de imediato, um problema essencial de escala e portanto de amplitude da área de estudo. É sabido que as escalas das imagens condicionam o grau de precisão de uma informação que se encontra limitada pela própria condição física do material sensível (definição da imagem), assim como diferem os produtos pelos vários sensores existentes e/ou disponíveis.

Dessa forma torna-se evidente que a abordagem das pesquisas deve obedecer a critérios diferenciados e adequados às características paramétricas da informação colhida pelo sensor. Não seria lógico esperar de uma imagem com definição máxima de 100m, reconhecer objetos de dimensão inferior.

Portanto, deve-se pretender atingir os níveis de informação compatíveis com sua escala, esta definindo os limites de profundidade do conteúdo de pesquisa. Na metodologia geográfica associada ao uso de sensores remotos, é possível determinar com relativa clareza esses limites, pois coincidem com o esquema geral relacionado com o estudo da organização racional do espaço e seus processos de interdependência (Vide Figura 6.1).

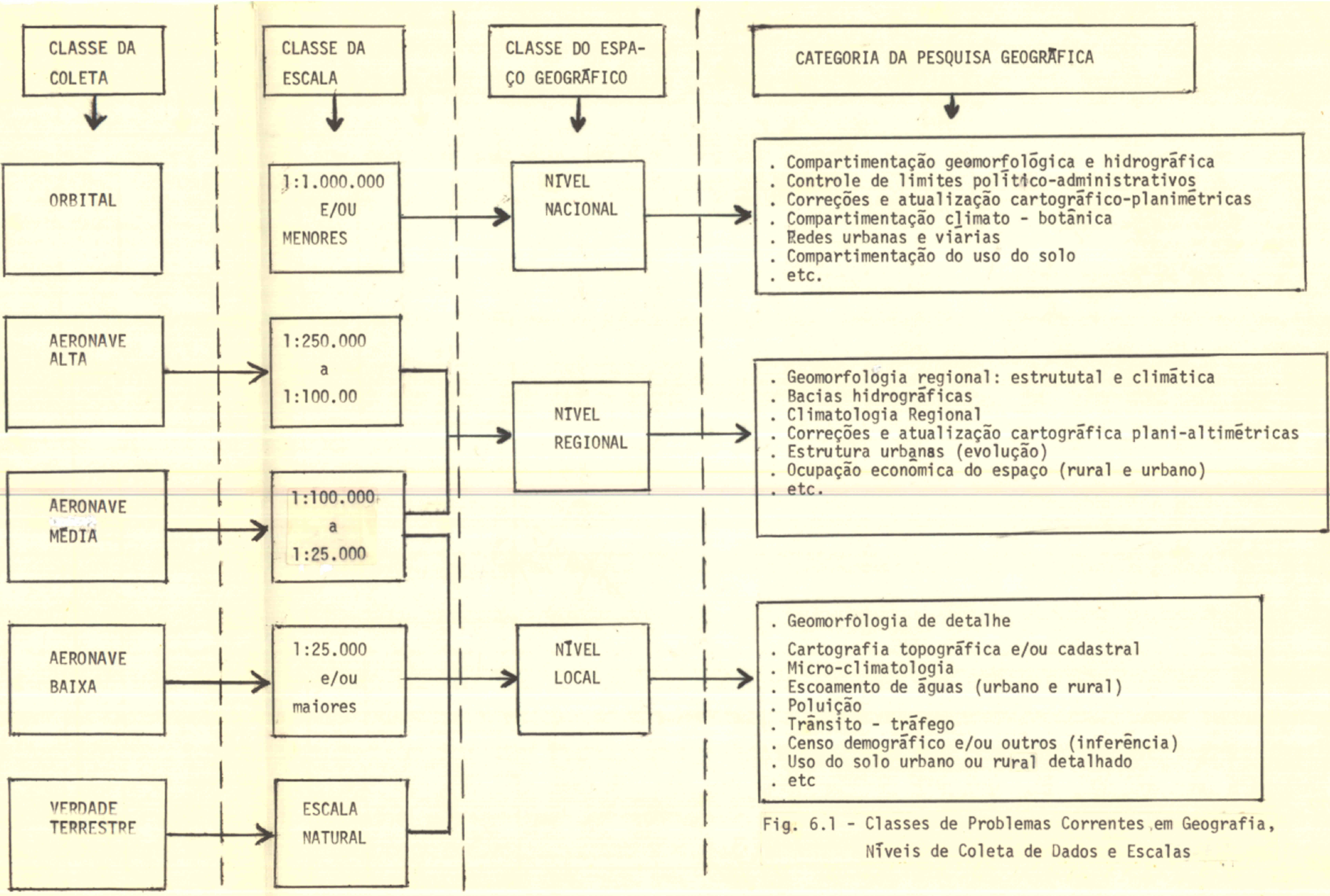


Fig. 6.1 - Classes de Problemas Correntes em Geografia, Níveis de Coleta de Dados e Escalas

6.2 - Objetivos Gerais do Grupo de Geografia

6.2.1 - Objetivos gerais até Dezembro de 1974

Estabelecimento de Metodologias para:

- A) Obtenção de bases cartográficas planimétricas e/ou plani-altimétricas para execução de mapas temáticos:
- geomorfológicos
 - hidrográficos
 - climatológicos
 - fitogeográficos
 - uso do solo urbano
 - redes viárias e urbanas, etc
- B) Implantação de um sistema de cartografia básica de pequena escala (1:1.000.000; 1:500.000; 1.250.000) através do uso de imagens orbitais e a ser desenvolvida com agências externas (IBG, DSG, DHN, etc) visando sobretudo a atualização da documentação cartográfica de cobertura nacional.
- C) Inferência demográfica a partir de imagens orbitais (estudo das densidades populacionais)

6.2.2 - Objetivos Gerais para o Ano de 1973

Com vistas a atingir os objetivos gerais previstos até Dezembro de 1974:

- A) Desenvolver métodos específicos de aplicação de Sensores Remotos nas áreas de atuação das pesquisas de conteúdo geográfico

B) Participar das missões a serem implantadas neste e/ou no próximo ano:

- GEGRAN - INPE
- Rio Grande do Sul.

C) Colaborar, eventualmente, nas atividades dos demais grupos do Projeto SERE no desenvolvimento de estudos multidisciplinares.

D) Explorar, ao máximo, a potencialidade das imagens do ERTS-1 e de aeronave:

- definindo níveis de coleta da informação com base na escala, definição da imagem e em função dos objetivos do trabalho;
- estabelecendo bases cartográficas planimétricas e/ou plani-altimétricas para execução de mapas temáticos geomorfológicos, hidrográficos, climatológicos, fito-geográficos, de uso do solo urbano e rural, de redes viárias e urbanas, etc.);
- desenvolvendo técnicas e métodos de atualização das informações temáticas a partir das imagens do ERTS-1.

6.3 - Cronograma Geral

Vide Figura 6.2

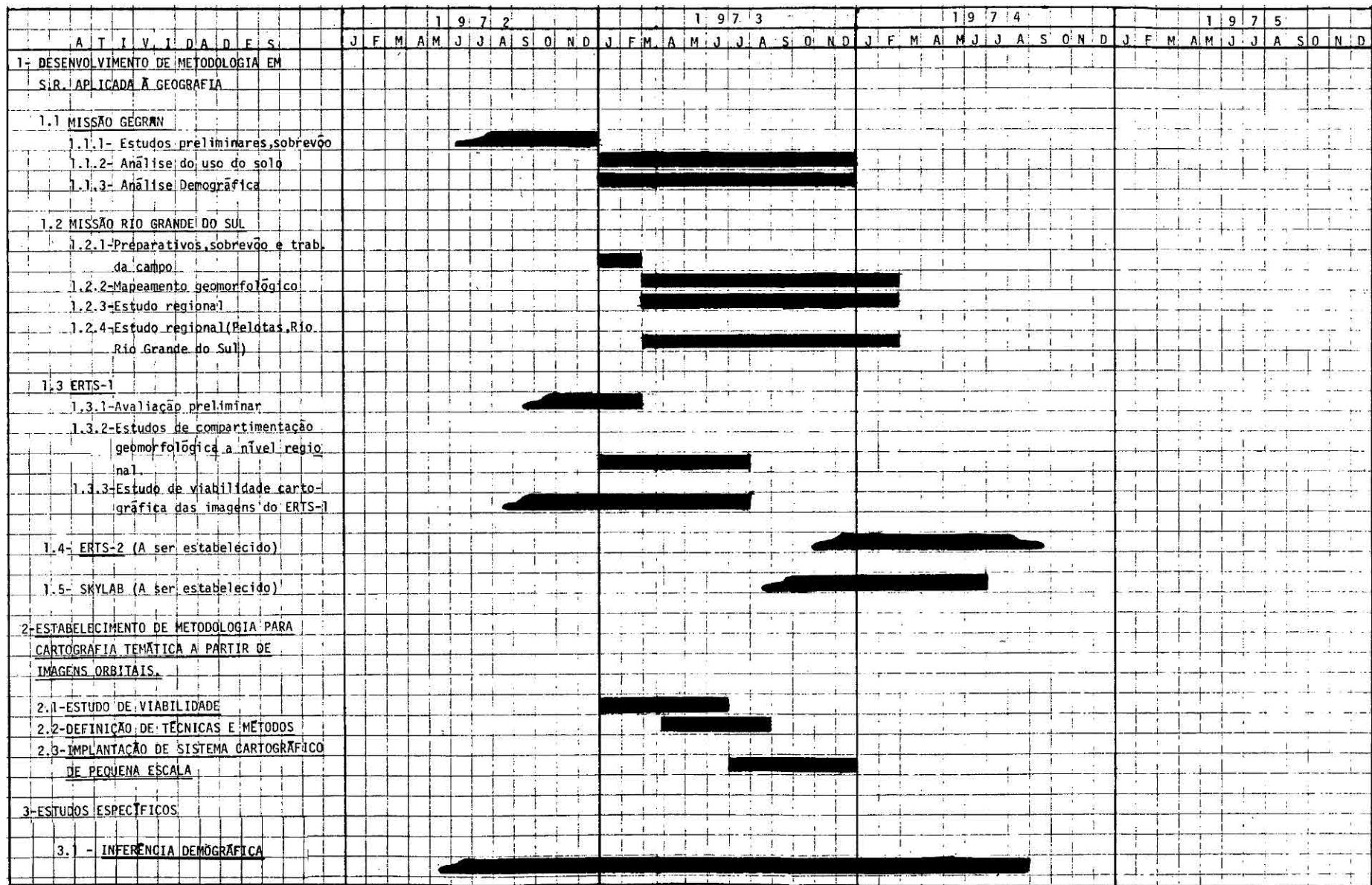


FIG. 6.2 - GRONOGRAMA GERAL DAS ATIVIDADES DO GRUPO DE GEOGRAFIA

C A P Í T U L O VII

DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTOS SENSORES E DE INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA DE DADOS

7.1 - Considerações Gerais

Como já foi dito anteriormente no presente documento, o INPE adotou como política de desenvolvimento de equipamentos sensores e de interpretação automática de dados, dedicar-se inicialmente a sistemas simples e/ou de uso imediato e paulatinamente ir se envolvendo em tecnologias mais sofisticadas, de conformidade com as necessidades da pesquisa em andamento e as necessidades do país. Assim, tendo em vista mais o desenvolvimento de "know-how" do que propriamente visando uma aplicação, foi iniciado em princípios de 1972, o desenvolvimento de um imageador termal de laboratório, cuja finalização está prevista para janeiro/fevereiro de 1973; a experiência que está sendo obtida com o mesmo, principalmente no que diz respeito a ótica do infravermelho e detectores, será de muita valia para o desenvolvimento de outros equipamentos sensores.

No que diz respeito a equipamento de interpretação automática de dados (não só ao "hardware" mas também ao respectivo "software"), para atender às necessidades imediatas das pesquisas em andamento no projeto SERE e o desenvolvimento de "know-how", está em desenvolvimento desde fins de 1971, um sistema calcado na utilização de um minicomputador (HP-2116 B) associado a computadores digitais de médio e grande porte (B-3500 e B-6700). Estarão concluídas até dezembro de 1973, as partes correspondentes à digitalização de sinais analógicos, a partir de fitas ou imagens fotográficas, no último caso ainda em baixa resolução; estarão também concluídos a parte relativa a recuperação parcial ou total da imagem em monitor de televisão preto e branco de baixa

resolução, e, um primeiro passo no sentido da criação de uma interface para possibilitar o processo iterativo homem-máquina.

Pretende-se em 1973 dar continuidade ao processo através do desenvolvimento de equipamentos sensores simples, porém aplicados, e do estudo de viabilidade e projeto de sistemas mais complexos a serem desenvolvidos a partir de 1974.

Em 1973/74, o sistema de processamento automático de imagens supra citado deverá ser aprimorado e complementado, como será visto abaixo.

7.2 - Equipamentos a serem futuramente desenvolvidos

Estão enumerados a seguir alguns equipamentos a serem desenvolvidos nos próximos anos e de outros sobre os quais far-se-ão estudos de viabilidade com vistas a eventuais desenvolvimentos. Trata-se evidentemente de uma posição atual que poderá ser modificada por tratar-se o sensoriamento remoto de uma tecnologia nascente e em plena evolução, como já foi várias vezes dito neste trabalho; é bem provável também, que com a pretendida maior interação do projeto SERE com os usuários nacionais e uma maior conscientização sobre as reais necessidades do país, novas idéias sejam geradas.

7.2.1 - Equipamentos sensores simples e/ou de uso imediato

- A - Radiômetro: destinado a medida de energia em duas faixas do espectro, 3,5 a 5 μ (energia irradiada + energia refletida) e 8 a 14 μ (energia irradiada). Visa a aplicações em Oceanografia (determinação do estado do mar: distribuição de ondas geradas pelo vento e determinação de temperatura da superfície) e Geologia/Agronomia (determinação da temperatura e emissividade aparente do solo);

- B - Espectrôgrafo: equipamento de campo, portátil, bastante simples e de baixo custo, cuja principal finalidade é o levantamento de curvas espectrais, desde o ultravioleta próximo até o infravermelho próximo;
- C - Magnetômetro de Prótons: aerotransportação de equipamento em fase final de desenvolvimento pelo projeto MATE do INPE. Destinar-se-á à coleta de dados sobre anomalias magnéticas que poderão ser comparados com outros coletados por imageadores e radiômetros termais, proporcionando assim uma correlação entre dados de profundidade (anomalias magnéticas) e dados de superfície (anomalias termais);
- D - Equipamentos Geofísicos: além do magnetômetro acima ventilado, uma série de equipamentos simples tais como os de indução, VLF, AFMAG, etc.

7.2.2 - Equipamentos sensores complexos e de médio/longo prazo

- A - Rádar de visada lateral: equipamento mais simples e mais barato que os atualmente em uso, semelhante ao que está em desenvolvimento na Universidade de Kansas. Elementos daquela Universidade deverão vir ao INPE em princípios de 1973.
- B - Sistema de TV: desenvolvimento e aerotransportação de sistema de coleta de dados por televisão (câmera de TV + gravador de vídeo-tape) com resoluções diferenciadas de acordo com o tipo de levantamento a ser realizado e com tubos e filtros amovíveis para operação em várias regiões do espectro;

C - Imageador multiespectral: mais simples e mais barato que os atualmente em uso, para operação em vários canais do espectro, desde o ultravioleta próximo até o termal. Há idéias que o sistema de imageamento mecânico normalmente em uso em imageadores multispectrais, poderá ser substituído por baterias de detetores nas várias regiões do espectro. (push broom).

D - Radar de Lazer: para operação no ultravioleta visando à prospecção de petróleo através da detecção de manchas de óleo na água, estudos sobre poluição de águas e determinação de umidade do solo.

7.2.3 - Equipamentos para Interpretação Automática de Dados

Continuação do desenvolvimento do sistema iniciado em 1971, com adição de câmera de televisão de alta resolução para imageamento de fotografias, sistema de recuperação total ou parcial de imagens em monitor a cores de alta resolução, e criação de interface para processo iterativo homem-máquina.

7.3 - Cronograma Geral

Vide Figuras 7.1, e 7.2.

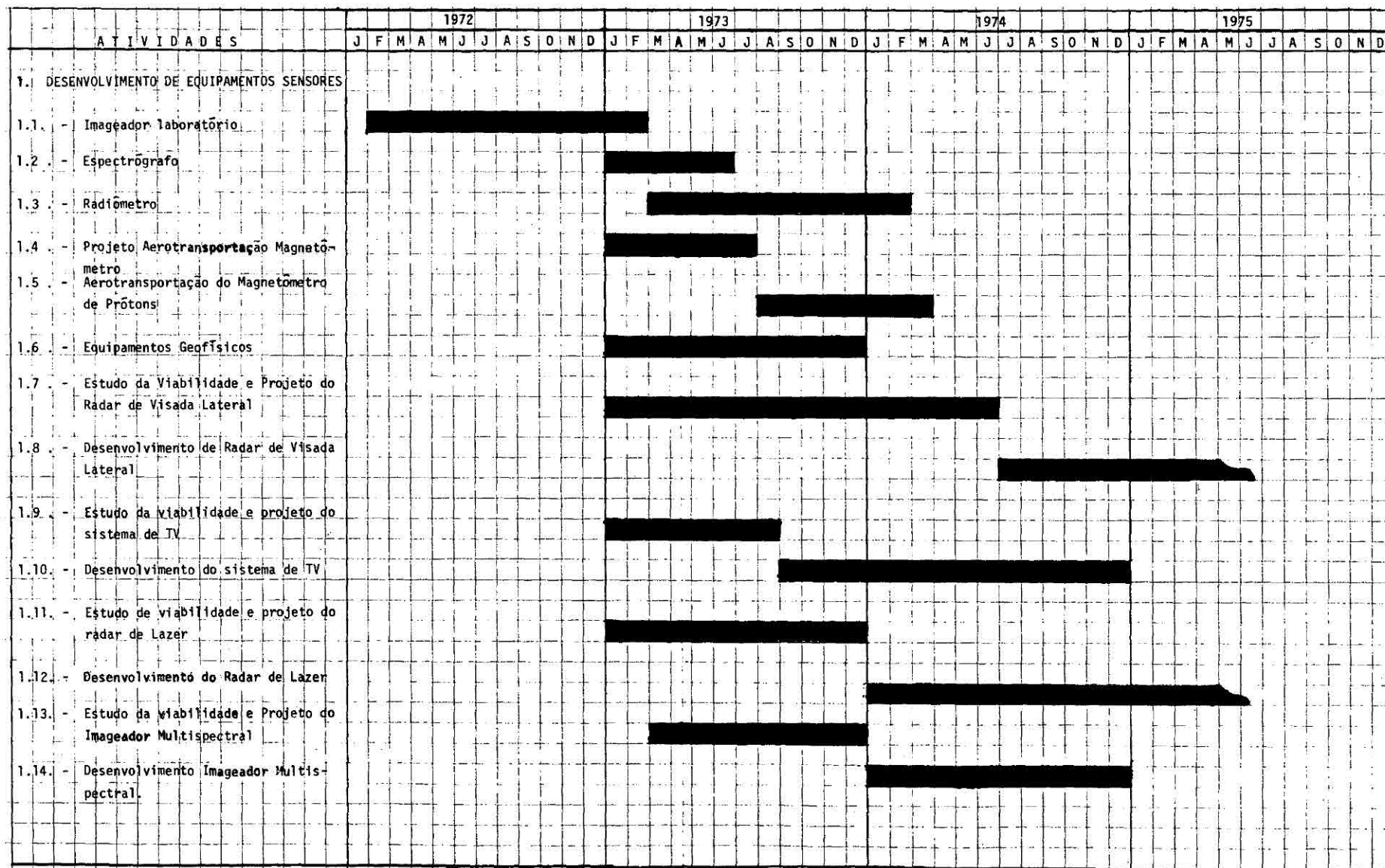


FIG. 7,1 - CRONOGRAMA GERAL DO DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTOS SENSORES

ATIVIDADES	1972												1973												1974												1975											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2. DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTOS DE INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA DE DADOS																																																
2.1. - Sistema de Baixa Resolução B & W																																																
2.2. - Sistema de Alta Resolução com recuperação imagem a cores e interface homem-máquina																																																

FIG. 7.2 - CRONOGRAMA GERAL DO DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTOS DE INTERPRETAÇÃO AUTOMÁTICA DE DADOS

ANEXO I

SENSORIAMENTO REMOTO DE REGIÕES INEXPLORADAS

1.1 - Considerações Gerais

O Brasil de hoje esforça-se na mais legítima das conquistas territoriais: a conquista econômica de boa parte do seu próprio e imenso território. Esse esforço gera problemas prementes de melhor conhecer e, assim, poder integrar na economia nacional, uma vasta parte, praticamente despovoada, de seu interior. Por outro lado, no resto do país, nas regiões em desenvolvimento, existe uma real necessidade de avaliar o potencial de extensas áreas exploráveis ou já em exploração, e, nesse último caso, com atividades econômicas de vital importância para o seu comércio com o exterior. Essa é a razão porque no Brasil, o planejamento da utilização de sensores remotos para o levantamento de recursos naturais e culturais deverá ser feito em bases práticas; os projetos de sensoriamento remoto deverão ser conduzidos no sentido de tirar o máximo proveito de duas vantagens atribuídas aos sensores: cobertura extensa e reduzido tempo de aquisição de dados.

Os dados sobre fenômenos naturais, obtidos de levantamentos aéreos ou orbitais, referem-se a aspectos da superfície do solo, e, obviamente, tem um certo grau de resolução, e, conseqüentemente, um determinado conteúdo de informações. Cabe ao especialista das disciplinas de aplicação, dar o passo seguinte, o mais importante e o mais difícil, o qual consiste em elaborar uma razoável descrição de certo ambiente natural a partir desses dados. Essa parte da tarefa de levantamento é interpretativa e especulativa, e, tem algum dos mistérios das artes criadoras. Da mesma forma que nessas artes, o sucesso depende da adequada identificação e avaliação dos fatores mais relevantes. Os quais, neste caso, são físicos e naturais. Ao conjunto de atividades que leva a

elaboração de um quadro ambiental a partir de um conjunto de dados, coletados por meio de sensores remotos, dá-se o nome de interpretação, uma palavra que exprime, por si mesma a sua natureza indeterminada.

Neste anexo são apresentados alguns comentários e sugestões relativas ao tratamento de apenas dois importantes aspectos do problema do levantamento de recursos naturais com sensores remotos no caso de áreas extensas, vazias e inexploradas: métodos para coleta de dados e procedimentos para obtenção da "verdade no solo", as etapas que precedem e permitem o processo interpretativo. Não se deve daí concluir que se está dando mais importância ao desempenho dessas tarefas, por assim dizer preliminares, do que à sua compreensão em termos disciplinares. Este trabalho foi escrito, na presente forma porque a etapa seguinte à tradução de sensoriamento remoto em Geologia, Agricultura, etc, tem que se basear em conhecimentos que necessariamente devem ser obtidos no âmbito disciplinar e em contato direto com situações reais.

Evidentemente, quando os dados originais são apresentados em escalas muito pequenas como é o caso das imagens dos satélites ERTS, o seu aproveitamento está condicionado à existência de capacidade interpretativa para imagens de pequena escala, capacidade essa que deverá ser fundamentada numa verdade do solo adequada à escala e ao grau de resolução dos dados a aproveitar. De um ponto de vista prática, quando o objetivo imediato resume-se na interpretação de um certo e determinado conjunto de dados, é inútil a busca de uma "verdade no solo" num detalhe maior do que aquele que é possível obter dos dados em apreço. Embora essa afirmativa pareça óbvia, existe uma tendência muito forte no sentido de querer-se apoiar a interpretação de levantamentos extensivos e, portanto, com um conteúdo de informações necessariamente restrito, em verdades terrestres extraídas de pequenas áreas exaustiva e minuciosamente detalhadas.

O objetivo fundamental do levantamento de regiões inexploradas, seria o de produzir informações básicas para o planejamento do desenvolvimento das mesmas, de forma a integrá-las com o resto do país.

Começar-se-ia por um levantamento de reconhecimento; baseado nos resultados das análises preliminares, poder-se-ia selecionar áreas prioritárias para estudos mais detalhados por meio de sensores remotos e pesquisas no solo. Esses levantamentos detalhados poderiam conduzir à seleção de pequenas áreas para trabalhos mais detalhados. A idéia de se iniciar com um levantamento de nível não muito profundo, e daí focalizar a atenção em áreas de interesse específico, é um desvio sensível do sistema ortodoxo de montagem de numerosos levantamentos detalhados em um panorama geral. O espectro de recursos passíveis de serem inventariados por um mesmo levantamento, seria também um processo único. As interpretações dos dados colhidos levariam a mapas de uso potencial da terra, inventários de recursos minerais em potencial, potencial hidroelétrico e de água potável, análise de perigos para a saúde, estradas potenciais, e, uma estimativa potencial da agricultura.

1.2 - Levantamento Sistemático de Recursos Naturais de Regiões Inexploradas

Com o levantamento, em 5 etapas, a seguir mostrado, procurou-se apresentar, a título de ilustração, um programa genérico que permitiria executar a partir de imagens de satélites rápida e economicamente:

- mapeamentos regionais;
- mapeamentos seletivos das áreas mais promissoras para o desenvolvimento de uma determinada região.

Nesse programa estabeleceu-se elos de uma cadeia de dependência, com detalhamento crescente, onde presume-se que um nível de detalhamento possa servir como "verdade" para o nível que lhe antecede, além de trazer uma contribuição de novas informações, o que dele usualmente se espera. Com isso visar-se-ia obter um sistema de filtragem que

possibilitando seleção de áreas mais promissoras em cada nível de levantamento conduzisse a um processo de rápida redução de áreas, onde a avaliação ou interpretação de dados sobre áreas maiores permitisse a rápida eliminação das partes dessas áreas que mostrassem menos potencial.

A fim de melhor situar o problema aparecem a seguir algumas informações sobre o veículo de coleta e o tipo e formato dos dados produzidos.

1.2.1 - Nível de Levantamento Orbital

A) - Satélites ERTS A e B

Vide Publicação do INPE, Relatório LAFE - 188

B) - Laboratório Espacial (SKYLAB)

Além dos satélites da série ERTS, a NASA lançará em 1973 uma estação espacial experimental, com três tripulantes, conhecida como "SKYLAB WORKSHOP". Essa espaçonave orbitará em altitudes de 435 Km (235 milhas náuticas), numa inclinação de 50° e receberá tripulação durante três períodos, o primeiro de 28 dias e o segundo e terceiro de 56 dias. Num período total de 8 meses, ter-se-á praticamente, 5 meses de operação tripulada.

Além de um grande número de experimentos científicos, estão programadas para esse projeto, observações da Terra. Como o território nacional ficará inteiramente coberto por órbitas de 50° de inclinação em relação ao Equador, essas observações serão de particular interesse para o Brasil.

O Brasil, por intermédio do INPE, fez proposta à NASA para também participar deste programa. (Vide publicação do INPE, relatório LAFE 171).

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO

NÍVEL DO LEVANTAMENTO ESCALA DAS IMAGENS	SENSORES E COBERTURA	SÍTIOS NO SOLO
1- NÍVEL ORBITAL MINI-ESCALAS	IMAGEADOR MULTI-ESPECTRAL CÂMARAS DE TELEVISÃO E FOTOGRAFICAS (COBERTURA GLOBAL E REPETITIVA)	PONTOS DE CONTROLE
2- NÍVEL DE RECONHECI- MENTO A GRANDE ALTURA MINI A PEQUENAS-ESCALAS (VERDADE DO NÍVEL 1)	RADAR DE VISADA LATERAL E CÂMARA MÉTRICA (TOTAL) , CÂMARA MULTI-ESPECTRAL (PARCIAL)	PONTOS DE CONTROLE
3- NÍVEL DE RECONHECIME- NTO A MÉDIA ALTURA ESCALAS MÉDIAS (VERDADE DO NÍVEL 2)	MAGNETÔMETRO (TOTAL) E CÂMARA MULTI-ESPECTRAL (PARCIAL) OBSERVAÇÃO AÉREA VISUAL	PONTOS DE CONTROLE E ESTAÇÕES MAGNE- TOMÉTRICAS
4- NÍVEL DE DETALHAMENTO A MÉDIA E BAIXA ALTURA ESCALAS MÉDIAS A MAXI (VERDADE DO NÍVEL 3)	CÂMARA MÉTRICA, SENSORES GEOFÍSICOS, IMAGEADOR MULTI-ESPECTRAL (ÁREAS ALVO) OBSERVAÇÃO AÉREA VISUAL	VIAGENS DE CAMPO AS ÁREAS ALVOS
5- TERRENO (VERDADE NO SOLO)	GEOQUÍMICA , GEOFÍSICA, ESPECTROMETRIA, HIDROMETRIA, ETC	BASES AVANÇADAS DE EXPLORAÇÃO

Mini-escalas: 1:1.000.000 ou menores

Pequenas escalas: 1:30.000 ou menores

Escalas médias: 1:25.000 a 1:12.000

Grandes escalas: em torno de 1:5.000

Maxi-escalas: 1:2.000 ou maiores.

1.2.2 - Nível de Reconhecimento Aéreo à Grande Altura

Para exemplificar este nível tomemos o caso do levantamento da Região Amazônica, onde foi utilizado, para aquisição de dados de radar e fotográficos, um CARAVELLE, da LASA Engenharia e Prospecções S.A., voando a uma velocidade de 700 Km/hora (380 nós) e uma altitude de 11 a 12.000 metros (36 a 40.000 pés) acima do terreno. O radar de visada lateral (SLAR) utilizado, do tipo abertura sintética Goodyear modelo 102, apresenta uma resolução espacial melhor do que 20 metros em todos pontos da imagem. Funciona na faixa "X" (3 cm de comprimento de onda).

Todos os vôos, controlados por sistema de navegação inercial foram executados ao longo de linhas na orientação N-S, fazendo uma varredura lateral de 37 Km de largura, com as varreduras adjacentes superpostas de 20%. A apresentação dos resultados está sendo feita em mosaicos, de $10 \times 1,5^0$, na escala de 1:250.000.

A amarração geográfica das linhas de vôo foi obtida pelo emprego de estações SHORAN, com coordenadas geográficas determinadas por observação de satélites TRANSIT (operadas pela LASA e AEROSERVICES).

Alem do radar, foi utilizada uma câmara métrica ZEISS, com lente super-grande-angular, provida com filme infravermelho falso-cor. O seu campo de visão permite superposição com as imagens do radar. As fotos foram tiradas com 60% de superposição longitudinal e pequena superposição lateral e são apresentadas no formato do filme, 23x23 cm (9 x 9 pol.), numa escala de 1:130.000.

Simultaneamente com as fotos da câmara métrica foram obtidas fotos multi-espectrais, em branco e preto, por meio de uma câmara de quatro lentes I²S. A escala é de 1:73.000, com quatro imagens dispostas em quadrado num único filme de 23cm. A cobertura, foi portanto parcial, quase 25% do total.

1.2.3 - Nível de Reconhecimento Aéreo à Média Altura

No terceiro nível, que seria de reconhecimento aéreo em escala regional, desta feita executado em alturas médias, procuraria conciliar o emprego de um sensor geofísico, o magnetômetro, hoje considerado como requisito básico para o reconhecimento geológico de grandes áreas, com o de fotografias aéreas multi-espectrais, em escalas de uso corrente entre os foto-intérpretes interessados nas demais disciplinas.

A altura de vôo neste levantamento, que poderá ser qualificada como de transição, seria entre 9.000 e 11.000 pés acima do terreno (3.000m nominais) com linhas de vôo espaçadas de 5 Km, cortadas por transversais cada 25 Km.

No que se refere às medidas obtidas com o magnetômetro, seria possível a sua apresentação em mapas, com o campo geomagnético principal removido, mostrando contornos a intervalos de 25 gamas, numa escala de 1:1.000.000. Os dados magnéticos seriam registrados em forma digital, o que permitiria o uso extensivo de computadores na compilação dos mapas.

Para obtenção dos dados fotográficos seriam utilizados, ou câmaras multi-lentes dotadas de lentes e filtros adequados e de um único filme, ou então conjuntos de câmaras, cada uma provida da desejada combinação de filme-filtro. Em ambos os casos as distâncias focais das lentes empregadas deveriam permitir a tomada de fotos em escalas da ordem de 1:20 000.

Para o controle das linhas de vôo, e sua amarração geográfica, seriam empregados sistemas de navegação inercial ou "doppler".

Cabe observar que não foi prevista a utilização de outros sensores, tais como eletromagnetômetros, imageadores térmicos, espectrômetros de radiação gama ou de mercúrio, por serem as suas altitudes máximas de emprego aéreo muito pequenas e, portanto, incompatíveis com a especificada para esta etapa.

As duas etapas precedentes, onde procuraria-se tirar partido de sensores suscetíveis de aplicação em larga escala, seriam com

plementadas pela que acaba de ser esboçada; na qual sugere-se um levantamento de transição do regional para o local. Este levantamento em condições aceitáveis de desempenho, tempo e custo, forneceria dados que por natureza e grau de definição permitiriam estudos mais seletivos. As informações, obtidas por intermédio desses levantamentos, certamente possibilitariam, não só mapeamento básico, como a escolha das áreas mais promissoras que seriam os alvos dos levantamentos detalhados convencionais mencionados a seguir.

Essa seleção seria, evidentemente, facilitada por um estudo das informações existentes sobre a região e pela consideração dos dados colhidos durante a observação aérea visual, também prevista para esta etapa.

O conjunto dos dados acumulados na terceira etapa serviria como a "verdade" para os níveis de reconhecimento precedentes.

1.2.4 - Nível de Detalhamento Aéreo à Média e à baixa Altura

Os serviços de levantamento detalhado das áreas selecionadas como mais promissoras na etapa anterior, exigiriam um planejamento específico para cada caso. Certas providências parecem, no entanto, imprescindíveis. Está nesse caso, uma medida preliminar que visa eliminar as naturais incertezas dos processos interpretativos: uma curta viagem, de reconhecimento no terreno, às áreas qualificadas como promissoras. Provavelmente, os dados de maior interesse a serem obtidos in loco seriam geoquímicos. As distâncias e as dificuldades de acesso seriam fatores considerados na classificação prioritária das áreas promissoras.

Em princípio, nesse nível, seria considerada a utilização certamente em sistemas combinados, dos seguintes sensores:

- Imageadores (térmicos, no visível, no ultravioleta, etc)
- Magnetômetros;
- Eletromagnetômetros;
- Espectrômetros de mercúrio;
- Espectrômetros de radiação gama.

Todos esses sensores deveriam ser utilizados em vôos a baixa altura. A plotagem dos dados coletados seria na escala dos fotomosaicos obtidos por cobertura fotográfica aérea nas escalas mais convenientes às necessidades cartográficas de cada área-alvo.

Da mesma forma que na 3a. etapa, os vôos continuariam a ser aproveitados para observação visual. Este nível serviria com "verdade" para níveis procedentes e, mediante uma reavaliação das áreas nele qualificadas como promissoras, permitiria uma seleção final daquelas que mereceriam os estudos da etapa seguinte.

1.2.5 - Terreno

Embora os levantamentos neste nível estejam qualificados como da "verdade no solo", os trabalhos que seriam nele realizados deveriam, também ter um caráter exploratório. Os sítios escolhidos deveriam ser considerados como bases avançadas de operação relativamente prolongada e, mesmo como eventuais polos de desenvolvimento da área.

Nestas condições estariam justificados maiores investimentos no desenvolvimento das áreas escolhidas, desenvolvimento que deveria, por exemplo, incluir a construção de campos de pouso e outros recursos materiais que, permitindo permanência mais demorada de pessoal no local, possibilitassem uma execução eficiente dos trabalhos de campo.

De forma mais crítica que na etapa anterior, as pesquisas no terreno a serem executadas nessas áreas deveriam ser objeto de cuidadosos planejamentos específicos.

1.3 - Conclusões

Considerando o custo da verdade no solo convencional, a qual seria insurportável no caso do sensoriamento remoto de grandes regiões vazias e inexploradas, acredita-se que a sistemática apresentada, ou outra similar, seria a única adequada, num futuro previsível, para tais empreendimentos.

Tal é o caso do Brasil e de outras áreas da Terra ainda em desenvolvimento.