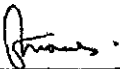




| | | | |
|---|--------------------------|------------------------------|---|
| 1. Publicação nº <i>INPE-3987-NTE/261</i> | 2. Versão | 3. Data <i>Set., 1986</i> | 5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita |
| 4. Origem <i>DSR</i> | Programa <i>COMEA</i> | | |
| 6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>SENSORIAMENTO REMOTO</i> <i>PRODUÇÃO CIENTÍFICA</i> | | | |
| 7. C.D.U.: <i>528.711.7.001.5(81)</i> | | | |
| 8. Título <i>INPE-3987-NTE/261</i> <i>EM RETROSPECTIVA: O IMPACTO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NA ÁREA DE SENSORIAMENTO REMOTO</i> | | | 10. Páginas: <i>49</i> |
| 9. Autoria <i>Evelyn Marcia Leão de Moraes Novo</i> Assinatura responsável  | | | 11. Última página: <i>43</i> |
| | | | 12. Revisada por  <i>Icaro Vitorello</i> |
| | | | 13. Autorizada por  <i>Março Antonio Raupp</i> Diretor Geral |
| | | | 14. Resumo/Notas <i>O objetivo deste trabalho é analisar a produção científica na área de Sensoriamento Remoto e seu impacto sobre a comunidade científica brasileira. Foi adotada uma abordagem histórica através do estabelecimento de relação entre as principais fases do desenvolvimento do sensoriamento remoto no Brasil e as principais linhas de pesquisa adotadas pelo Departamento de Sensoriamento Remoto. Conclui-se que o Projeto Sensores Remotos sofreu mudanças em seus objetivos ao longo de sua história. A falta de recursos humanos na área pode ser considerada como a principal razão para explicar a baixa produção científica. Enquanto em outras áreas de atuação do INPE pesquisadores foram enviados para receber treinamento em países desenvolvidos, na área de Sensoriamento Remoto isto não ocorreu.</i> |
| 15. Observações | | | |

ABSTRACT

The objective of this work is to analyse the research production in the area of remote sensing and its impact over the Brazilian scientific community. A historical approach was adopted establishing a relationship among the main development phases of remote sensing in Brazil and the main research lines adopted by the Remote Sensing Department. It was concluded that the Remote Sensing Project had its main objectives changed along its history. The lack of human resources prepared to deal with this new subject can be considered the main reason for the low scientific production in the area. While in other areas of INPE, people were sent to receive special training in development countries, in the Remote Sensing area it did not happen.

•
•

SUMÁRIO

| | <u>Pág.</u> |
|--|-------------|
| LISTA DE TABELAS | v |
| 1 - <u>INTRODUÇÃO</u> | 1 |
| 2 - <u>PERÍODO DE IMPLANTAÇÃO: 1967 A 1970</u> | 2 |
| 3 - <u>PERÍODO PRÉ-ORBITAL: 1971 - 1972</u> | 11 |
| 4 - <u>O PERÍODO ORBITAL: 1973 - 1982</u> | 15 |
| 5 - <u>PERÍODO ATUAL: 1982 EM DIANTE</u> | 21 |
| 6 - <u>A PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO DEPARTAMENTO DE SENSORIAMENTO REMOTO ATÉ 1982 E DOS DEPARTAMENTOS DELE DERIVADOS (DSR E DDS)..</u> | 25 |
| 7 - <u>CONCLUSÕES</u> | 38 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 41 |

LISTA DE TABELAS

| | <u>Pág.</u> |
|--|-------------|
| 1 - Origem e formação do grupo assessor de implantação do Projeto SERE no Brasil | 4 |
| 2 - Formação de origem da equipe assessora do Projeto SERE | 5 |
| 3 - Contratações previstas para a formação do quadro de pesquisadores do Projeto SERE em 1969 | 6 |
| 4 - Exemplos de linhas de pesquisa em desenvolvimento entre 1968 e 1970 | 8 |
| 5 - Quadro de pesquisadores do Projeto SERE em 1970 | 10 |
| 6 - Quadro de pesquisadores do Projeto SERE em 1971 | 12 |
| 7 - Proposta de atuação na área de Agronomia para os anos de 1973 e 1974 | 14 |
| 8 - Formação e qualificação do corpo de pesquisadores do DSR ... | 19 |
| 9 - Equipamentos disponíveis para a D.D.P. | 23 |
| 10 - Porcentagem de trabalhos publicados entre 1970 e 1984 | 26 |
| 11 - Porcentagem de pessoal por grau de formação que trabalha na área de pesquisa e aplicações de sensoriamento remoto em 1984 | 28 |
| 12 - Porcentagem de trabalhos publicados por tipo de objetivo .. | 30 |
| 13 - Trabalhos publicados em simpósio segundo as abordagens apresentadas | 32 |
| 14 - Número de imagens produzidas por anos e por tipo de usuário | 35 |

1 - INTRODUÇÃO

A atividade de Sensoriamento Remoto no Brasil está próxima de completar 18 anos. Ao longo desse período, novas tecnologias foram desenvolvidas, novas linhas de pesquisa se consolidaram no exterior e internamente, influenciado em maior ou menor grau o curso da pesquisa científica na área de Sensoriamento Remoto. Durante esse período, o Brasil passou do milagre econômico à crise econômica, o que também teve óbvias e graves influências sobre a trajetória do Projeto Sensores Remotos (SERE). Ele sofreu interferências de mudanças de governo com consequentes quebras de continuidade administrativa. Todos esses fatores fizeram com que no tempo o Projeto SERE se transformasse e se distanciasse de seus propósitos iniciais. Se em algumas circunstâncias este distanciamento foi positivo, em outras, trouxe alguns prejuízos à atividade de científica.

O objetivo deste trabalho é justamente acompanhar o desenvolvimento do Projeto SERE ao longo desses anos e buscar compreender as circunstâncias em que se deram tais alterações.

Para isso, foram consultados relatórios de acompanhamento dos projetos e propostas de projetos enviadas a entidades financiadoras. Há certamente falhas na interpretação dos fatos, há lacunas nas informações porque muitos documentos importantes têm caráter confidencial, outros são desativados e destruídos com o tempo. Apesar disto, vale a pena uma avaliação crítica do passado como um processo de aprendizagem para evitar erros futuros.

A história do Sensoriamento Remoto no Brasil pode ser dividida, com base nos documentos consultados, em quatro períodos: Período de Implantação; Período Pré-Orbital; Período Orbital e Período Atual. Tais períodos possuem características próprias que serão discutidas no decorrer deste trabalho.

2 - PERÍODO DE IMPLANTAÇÃO: 1967 A 1970

Os primeiros contatos entre a National Aeronautics and Space Administration (NASA) e a Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), atual Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), no sentido de organizar um programa de pesquisa em Sensoriamento Remoto, datam de 1965 (Mendonça, 1971).

Em 1966, a antiga CNAE, através de uma comissão especial, fez os primeiros estudos de uma proposta de cooperação com a NASA, visando a aplicação de sensores remotos no estudo de certas regiões do território brasileiro, como uma preparação para o reconhecimento à distância de características da superfície lunar.

No decorrer dos entendimentos entre as instituições envolvidas, o plano inicial evolui para um programa mais amplo. Em março de 1968 é elaborado um Plano de Cooperação entre Agências Brasileiras e Americanas num Programa de Pesquisa de Sensores de Recursos Terrestres.

Este Programa de Pesquisa de Sensores de Recursos Terrestres estaria sob coordenação e controle da CNAE e teria como objetivo específico *desenvolver métodos de sensoriamento remoto para caracterização multiespectral de recursos naturais*. Para atender a esse objetivo a pesquisa deveria cobrir três áreas de estudo intimamente relacionadas: a) estudos básicos de laboratório e campo; b) estudos experimentais utilizando dados registrados a bordo de aeronaves sobre áreas testes conhecidas; c) estudos de processamento e interpretação de dados (Machado, 1968).

Os recursos humanos necessários à implantação do projeto seriam fornecidos pelas seguintes organizações brasileiras interessadas: Conselho Nacional de Pesquisas, Estado Maior das Forças Armadas; Ministério das Relações Exteriores; Departamento de Pesquisa e Experimentação Agrícola do Ministério da Agricultura; Secretaria da Agricultura do Esta

do de São Paulo; Departamento Nacional de Obras de Saneamento, do Ministério do Interior; Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal; Instituto Brasileiro de Reforma Agrária, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; Departamento Nacional de Produção Mineral e Departamento Nacional de Águas e Energia do Ministério das Minas e Energia; Petrobrás; Diretoria de Hidrografia e Navegação e Instituto de Pesquisa da Marinha do Ministério da Marinha; Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército e a Associação Nacional de Empresas de Aerofotogrametria.

Como se depreende da forma como o Projeto foi inicialmente proposto, à CNAE (hoje INPE) caberia o desenvolvimento de pesquisas de sensoriamento remoto e às entidades usuárias da tecnologia, a aplicação dos resultados da pesquisa na solução de problemas práticos. Isto fica evidente também pela composição do grupo assessor formada para a implantação do Projeto (Tabela 1). No período de implantação do Projeto SERE houve duas prioridades: 1) a formação de recursos humanos; 2) a criação de infra-estrutura em termos de equipamentos de sensoriamento remoto e laboratórios.

Para atingir essas metas foram planejadas 4 fases: na Fase A, com duração de 6 meses, foi treinada nos E.U.A. uma equipe multidisciplinar composta de 12 pessoas (Tabela 2) que, ao retornar, promoveu cursos para capacitação de mais 40 pessoas.

TABELA 1

ORIGEM E FORMAÇÃO DO GRUPO ACESSOR DE IMPLANTAÇÃO
DO PROJETO SERE NO BRASIL

| FORMAÇÃO | ORIGEM |
|-------------------------|--|
| Almirante | Conselho Nacional de Atividades Espaciais |
| Geólogo | Ministério das Minas e Energia |
| Agrônomo | Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo |
| Agrônomo | Instituto Brasileiro de Reforma Agrária |
| Capitão-Corveta | Diretoria de Hidrografia e Navegação |
| Cartógrafo | Departamento Nacional de Águas e Energia |
| Capitão de Mar e Guerra | Instituto de Pesquisas de Marinha |
| Fotogrametrista | Conselho Nacional de Atividades Especiais |
| Analista de Sistemas | Conselho Nacional de Pesquisas. |
| Geólogo | Conselho Nacional de Pesquisas |

TABELA 2

FORMAÇÃO DE ORIGEM DA EQUIPE ASSESSORA DO PROJETO SERE

| Nº DE PESSOAS | FORMAÇÃO | ORIGEM |
|---------------|-----------------------|------------|
| 2 | Agronomia | Extra-CNAE |
| 1 | Geologia | Extra-CNAE |
| 1 | Hidrologia | Extra-CNAE |
| 1 | Geofísica | Extra-CNAE |
| 2 | Oceanografia | Extra-CNAE |
| 1 | Geografia | Extra-CNAE |
| 4 | Engenharia Eletrônica | Extra-CNAE |

* não especificado o nível.

Paralelamente, foram programadas as contratações previstas na Tabela 3, as quais corroboram mais uma vez que o programa de Sensoriamento Remoto era um programa de âmbito nacional, no qual a CNAE (Atual INPE) era responsável apenas pelo desenvolvimento de métodos e técnicas de sensoriamento remoto, ficando as aplicações sob a responsabilidade de outras entidades. A análise da Tabela 3 deixa evidente que a CNAE não tinha como finalidade a execução de projetos de aplicação naquela fase. Esta equipe descrita na Tabela 3, em conjunto com o grupo assessor, foi responsável pela concretização das Fases B e C do projeto.

TABELA 3

CONTRATAÇÕES PREVISTAS PARA A FORMAÇÃO DO QUADRO DE PESQUISADORES DO PROJETO SERE EM 1969.

| CATEGORIA | NÚMERO |
|----------------------|--------|
| Físico | 8 |
| Eletrônico | 6 |
| Analista de Sistemas | 2 |
| Agrônomo | 1 |
| Geógrafo | 1 |
| Geólogo | 1 |
| Hidrólogo | 1 |
| Oceanógrafo | 1 |
| Total | 21 |

A Fase B consistiu na especificação de equipamentos necessários à pesquisa de sensoriamento remoto, assim classificados: 1) *Equipamentos para aeronave*: câmara métrica RC10; radiômetro, imageador *IR Thermal* com 2 canais, gravador de fita magnética, câmara multiespectral; 2) *Equipamentos de Laboratório*: banco óptico, fontes, interferômetros, colimadores, laser, registradores x, y; espectrofotômetros, detetores, isodensitômetros, etc.; 3) *Equipamentos de campo*: termômetros de radiação, espectrorradiômetros, pirômetros, medidores de umidade de solo, etc; 4) *Equipamentos Oceanográficos*: Radiômetros de precisão, medidor alpha, medidor de radiação, registrador automático de salinidade, câmara submarina, equipamentos de mergulho.

Na Fase B também foram selecionadas áreas testes para a realização das missões de sensoriamento remoto realizadas com a aeronave da NASA. As áreas testes selecionadas foram de interesse a aplicações em Agricultura (Estação Experimental do I.A.C. e Campo Experimental do DAEE), Geologia (Quadrilátero Ferífero), Hidrografia, Oceanografia e

Geografia (Baía da Guanabara). Outras áreas testes foram incorporadas no decorrer do seu desenvolvimento (Mendonça, 1971).

A Fase C, realizada em colaboração com a equipe da NASA, consistiu no sobrevôo das áreas testes, em julho de 1969 com aeronave da NASA. Os dados resultantes foram avaliados durante o ano de 1970.

A produção científica entre 1968 e 1970 foi de mais de 10 relatórios (Machado, 1968; Fagundes et alii, 1968; CNAE, 1969a, Machado, 1969; CNAE, 1969b; Barros, 1970a; Oliveira et alii, 1970; Coelho e McNeill, 1970; Barros, 1970b; Almeida e Mascarenhas, 1970).

Ao analisar os relatórios finais da Fase C observa-se uma marcante orientação para trabalhos de pesquisa básica. A preocupação fundamental era conhecer de que modo as informações registradas através de diferentes sensores se correlacionavam com características específicas dos alvos de interesse. A Tabela 4 apresenta os principais tópicos sob investigação, por ocasião do término do período de implantação do Projeto SERE (Mendonça, 1971).

Essa produção científica, embora numericamente pequena, é de alta qualidade, principalmente tendo em vista que abordava problemas que são recentemente retomados pela área de Sensoriamento Remoto, como por exemplo o desenvolvimento de modelos de produtividade agrícola que incorporem dados espectrais.

TABELA 4

EXEMPLOS DE LINHAS DE PESQUISA EM DESENVOLVIMENTO
ENTRE 1968 E 1970

| CAMPOS DE APLICAÇÃO | LINHAS DE PESQUISA |
|----------------------------|---|
| Agricultura | a) Estudo da correlação entre reflectância de alvos no campo e densidade óptica de filme Ectachrome. b) Estudo do efeito do espaçamento do café na densidade de filme Ectachrome e colorido infravermelho. c) Estudo da discriminação de tipos de solo com base em variações na densidade ópticas de fotografias multiespectrais e coloridas infravermelhas. d) Estudo das relações entre densidades ópticas em filmes coloridos infravermelhos e produtividade de do café. e) Desenvolvimento de um sistema de avaliação de produção primária e previsão de produtividade através de técnicas de Sensoriamento Remoto. |
| Geologia | a) Estudo da viabilidade de identificação de hematita, itabirito, canga e manganês através de variações diurnas de temperatura radiométrica. |
| Oceanografia e Hidrografia | a) determinação de gradientes de temperatura do mar através de sensores termais. b) estudo dos efeitos da reflexão de superfície sobre informações batimétricas derivadas de sensoriamento remoto. |

Durante o período de implantação, o Projeto SERE enfrentou sérios problemas com relação aos recursos humanos disponíveis para o desenvolvimento das atividades de pesquisa. Além da alta rotatividade de pesquisadores em decorrência de competição salarial por parte de empresas privadas, o CNAE (hoje INPE) enfrentou também a deserção de

muitos componentes do Grupo Assessor. Cabe salientar também que, do grupo inicial de 12 pessoas, apenas 3 permaneceram assessorando o projeto de forma mais efetiva no decorrer do período.

Razões de natureza política determinam uma cisão no Programa de Sensoriamento Remoto, e é criado em 1970 o Projeto RADAM (Radar na Amazônia) com o objetivo de mapear a Amazônia, visando atender planos de ação imediata de integração da região. Com isto, a CNAE deixa de contar com a participação efetiva das entidades interessadas na área de Sensoriamento Remoto. Assim é que, pouco a pouco, o Projeto SERE se vê obrigado a criar um grupo na área de recursos naturais para suprir a omissão das entidades que participavam no Plano de Cooperação.

Parece ter havido uma ruptura dos interesses da CNAE como instituição de pesquisa, cujo objetivo era produzir conhecimento científico e tecnológico a qual portanto, não tinha preocupações imediatistas como os órgãos governamentais, interessados em aplicar esse conhecimento a curto prazo.

Nesse contexto, o Projeto SERE termina seu período de implantação com um quadro funcional voltado para as aplicações do sensoriamento remoto nas áreas de Geografia, Oceanografia, Geologia, Agronomia e Floresta (Tabela 5).

TABELA 5

QUADRO DE PESQUISADORES DO PROJETO SERE EM 1970

| CATEGORIA * | NÚMERO DE PESSOAS |
|----------------------|-------------------|
| Físico | 6 |
| Eletrônico | 2 |
| Analista de Sistemas | 1 |
| Agrônomo ** | 11 |
| Geógrafo | — |
| Geólogo | 6 |
| Hidrólogo | — |
| Oceanógrafo *** | 3 |
| Ecólogo * | 1 |

* 80% da equipe era recém-formada,

** Mestre em Ciências,

*** PhD.

Pela análise da Tabela 5 fica clara a situação de inadequação entre os objetivos do Projeto e os recursos humanos disponíveis. Assim é que em 1971 o projeto *possuía equipamentos sofisticados, mas não possuía recursos humanos capacitados para seu pleno aproveitamento.*

O término do período de implantação do Projeto SERE é marcado pela proposta de Expansão do Projeto, elaborada em maio de 1971, para o Banco do Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE).

3 - PERÍODO PRÉ-ORBITAL: 1971 - 1972

A Proposta de Expansão do Projeto SERE tem três prioridades de utilização de recursos: a) aquisição de uma aeronave equipada com radar de visada lateral; b) ampliação dos laboratórios; c) aquisição e instalação de uma estação receptora de dados dos satélites tecnológicos de recursos naturais (ERTS).

Nesse período há também a alteração do objetivo explícito do Projeto SERE que passa a ser o *desenvolvimento de técnicas e sistemas de aquisição, interpretação e utilização de dados de recursos terrestres a fim de* determinar a utilidade potencial de aplicações destas técnicas em espaçonave.

As metas futuras do projeto SERE eram a elaboração de missões de aerolevanteamento em áreas representativas do território brasileiro e a análise desses dados como base para a avaliação posterior das informações coletadas por sistemas orbitais. Assim os planos de pesquisa para o biênio 1972, 1973 envolviam inúmeras missões de aerolevanteamento, estimadas em 240 horas de voo por ano.

Dos recursos solicitados ao BNDE são foram liberados os necessários à instalação da estação de dados de satélite. Assim, no período de 1971 a 1972 são concentrados esforços em duas direções principais: a) instalar a estação de recepção e os laboratórios de processamento eletrônico e fotográfico dos dados de satélite; b) criar uma equipe para desenvolver rapidamente métodos de utilização desses dados, tendo em vista a necessidade de justificar o investimento na área.

Como o projeto SERE continuara a enfrentar problemas de rotatividade elevada de pesquisadores, novas contratações foram feitas e, para melhor capacitar e selecionar elementos, foi criado um curso de pós-graduação em Sensoriamento Remoto e Aplicações. Desta maneira, a permanência do funcionário ficaria pelo menos assegurada pelo tempo ne

cessário à realização do curso de pós-graduação. Com isto, também ficava garantida a seleção de pessoas interessadas em atividade científica.

O curso de pós-graduação também cumpriria a tarefa de nivelar as diferentes formações em termos de um currículo básico indispensável à pesquisa de sensoriamento remoto. Nessa época a equipe de pesquisadores (Tabela 6) é composta basicamente de pessoas da área de cursos naturais.

TABELA 6

QUADRO DE PESQUISADORES DO PROJETO SERE EM 1971

| CATEGORIA | NÚMERO |
|---------------------|--------|
| Físico | 1 |
| Eletrônico | 3 |
| Analista de Sistema | - |
| Agrônomo | 16 |
| Geólogo | 8 |
| Geógrafo | - |
| Hidrólogos | - |
| Oceanógrafo | 6 |
| Ecólogo | - |

1 Doutor em Agronomia
1 Mestre em Engenharia Industrial
1 Mestre em Zootecnia
1 Doutor em Geologia
1 Doutor em Física
1 Doutor em Eletrônica

Em 1972, quando foi implantado o curso de pós-graduação, não havia idéia clara sobre o currículo a ser ministrado. Havia também o problema da formação da equipe voltada para a área de recursos naturais. Como o corpo docente era formado por doutores em física, eletrônica e matemática, com um nível de aulas muito acima da capacidade de compreensão de pessoas especializadas na área de recursos naturais, a possibilidade de fazer do curso de Pós-Graduação uma forma de crescimento de interesse pela área, ao contrário do que se esperava, passou a ser um fator de repulsão.

Diante do impasse criado pela necessidade de ter um grupo estável para trabalhar com os dados do satélite ERTS e a manutenção do nível de pós-graduação, optou-se por fazer uma reestruturação do curso de mestrado tornando-o mais voltado às disciplinas de aplicação que às de pesquisa.

Nessa ocasião já está bem claro que a prioridade da área de Sensoriamento Remoto deixou de ser a pesquisa básica e passou a ser o desenvolvimento de métodos de aplicação de dados orbitais.

O Projeto SERE passa a ser chamado Projeto SERE/ERTS (Mendonça, 1972a) cuja meta prioritária era criar um *sistema de aquisição e processamento de dados de recursos naturais* como apoio a um programa mais amplo de Sensoriamento Remoto.

Para atender a esse objetivo algumas linhas de atuação do Projeto se alteram e novos grupos são incorporados à equipe do Projeto SERE: 1) Grupo de Apoio Técnico e Logístico, responsável pela manutenção e operação dos equipamentos de laboratório, campo e aeronave e desenvolvimento de sensores; 2) Grupo de Processamento de Dados, responsável pela implantação e operação da Estação de Processamento de Dados do Sistema ERTS (atual LANDSAT).

As propostas de pesquisa (INPE, 1973) também apresentam nítida mudança de orientação. Apenas a título de exemplificação, a Tabela 7 apresenta algumas linhas de atuação na área de Agricultura.

TABELA 7

PROPOSTA DE ATUAÇÃO NA ÁREA DE AGRONOMIA
PARA OS ANOS DE 1973 E 1974

| ATIVIDADES | CARÁTER |
|--|--|
| Previsão de Safras Classificação de Solos Mapeamento do Uso da Terra Manejo de Bacias Hidrográficas | Avaliação dos Dados do ERTS e do SKYLAB |
| Pesquisas Básicas | Trabalhos Acadêmicos do Curso de Pós-Graduação |

Nessa proposta de atividade, fica evidenciado que se torna a responsabilidade do Projeto a "interpretação das imagens fornecidas pelo satélite ERTS", cujos resultados deveriam constar de "relatório mensal a ser encaminhado à NASA e à COBAE".

Outro documento fundamental à compreensão da trajetória do Projeto SERE é o Planejamento Geral da Fase E (Mendonça, 1972b) enviado à COBAE em novembro 1972. Nele são definidas as metas do projeto para os anos de 1973 e 1974, quais sejam: a) estabelecer metodologias associadas às técnicas de sensoriamento remoto; b) determinar parâmetros custo/efetividade a elas associados; c) desenvolver equipamentos sensores e equipamento de interpretação automática; d) disseminar tecnologia dentre entidades governamentais e privadas ligadas à área de recursos naturais; e) treinar pessoal de alto nível.

Assim os anos de 1973 e 1974 na área de recursos naturais seriam dedicados à avaliação dos dados do SKYLAB e do ERTS. Paralelamente, para auxiliar tais estudos, seriam desenvolvidos equipamentos sensores: um radiômetro operando entre 3,5 e 5 μm e entre 8 e 14 μm ; um espectrógrafo operando do ultravioleta ao infravermelho próximo e um magnetômetro de prótons. Estava ainda nos planos do Projeto SERE, a médio prazo, a construção de outros equipamentos tais como um radar de visada lateral e uma câmara multiespectral. Cabe salientar ainda que naquele tempo já se mencionava a possibilidade de utilizar sistemas de varredura eletrônica.

Os planos para a Fase E do Projeto SERE eram ambiciosos e estavam previstos para 1975 que a área já tivesse alcançado maturidade, permanência e liderança para fazer café às metas já delineadas.

4 - O PERÍODO ORBITAL: 1973 - 1982

O Período Orbital, que se estende de 1973 a 1982, foi assim chamado porque nessa fase sensoriamento remoto passou a ser sinônimo de utilização de dados orbitais. Esse período pode ser dividido em 4 fases no que se refere ao conteúdo e tema dos trabalhos desenvolvidos: a) a fase de relatórios de avaliação qualitativa de imagens que durou de 1973 a 1974; b) a fase dos mapeamentos regionais através de análises visuais; c) a fase dos mapeamentos automáticos; d) a fase crítica.

A Fase I, que consistiu na elaboração de relatórios mensais à COBAE e à NASA, foi caracterizada por um elevado grau de inexperience no tratamento dos produtos do Satélite ERTS. No relatório enviado à NASA, após dois anos de esforço de avaliação das imagens MSS, as conclusões são ainda bastante elementares tais como: a) o canal 5 apresenta melhor contraste entre unidades temáticas (quais?); b) o relevo é melhor observado nos canais MSS 6 e MSS 7; c) a vegetação é melhor mapeada no MSS 5; d) o nível de informação pode ser aumentado quando se

umenta a escala para 1:250.000; e) os canais MSS 5 e MSS 7 são os que fornecem o maior volume de informações (Herz et alii, 1975).

A análise dos trabalhos desse período indica a falta de experiência dos pesquisadores (resultante da alta rotatividade de pesquisadores, visto que quase 50% do quadro se renovou entre 1972 e 1974) e a falta de uma verdadeira liderança científica. Nos anos de 1973 e 1974 foram feitas novas admissões para o curso de pós-graduação que era fundamentalmente teórico, e que exigia grande esforço do pessoal envolvido. Havia assim uma grande dificuldade em transpor os conhecimentos teóricos adquiridos no curso de pós-graduação para os trabalhos práticos. A experiência anterior de pesquisa fornecida pelos trabalhos de Coelho e McNeill (1970), Barros (1970) e Paulini (1973) fora sepultada.

A fase 2 é marcada pela proposição e apresentação das primeiras dissertações de mestrado. Nessa fase ficou patente o desestímulo à utilização de outros dados de sensoriamento remoto que não fossem dados orbitais. Subjacente à pesquisa estava a necessidade de provar que um investimento milionário como a estação de recepção de dados seria útil. O Brasil como parte do Terceiro Mundo não poderia dar-se ao "luxo" de investir em ciência sem um retorno a curtíssimo prazo.

Com isso, o Projeto SERE, e mais especificamente a equipe de recursos naturais, se vê envolvido num exaustivo trabalho de testar e comprovar a utilidade dos dados MSS/LANDSAT para as mais diversas aplicações.

Não se pode negar a relevância de certos trabalhos realizados nesse período, pois serviram para abrir respectivas para colaboração técnica e convênios com entidades governamentais. Entretanto, o maior problema consistia no fato de o que deveria ser feito como teste metodológico passou a ser trabalho de rotina. A metodologia aprovada para uma área era reaplicada sem maiores cuidados e sem grande crítica a áreas diversas. Isto ao longo do tempo trouxe sérios desgastes ao Projeto SERE.

Nesse momento da história do Projeto SERE o Brasil já via um regime de contenção de despesas. Cada vez se tornava mais difícil a execução de trabalhos de campo. Não existiam dados para verificação da confiabilidade das informações contidas nas imagens; os vôos com a aeronave Bandeirante se tornavam cada vez mais raros. Com isto o desenvolvimento de trabalhos estava cada vez mais dependente de financiamento externo, através de convênios com órgãos governamentais. Mas o interesse desses órgãos era a solução de problemas práticos e não pesquisas. Assim, o Projeto SERE se tornou cada vez mais voltado para as aplicações, abandonando trabalhos de pesquisa básica.

Nesse período, modificações estruturais fizeram com que os laboratórios de processamento de dados LANDSAT fossem transferidos para Cachoeira Paulista e passassem a ter uma administração independente, voltada para a produção de imagens.

A equipe de recursos naturais e o grupo de apoio técnico foram reunidos numa Coordenadoria de Recursos Naturais cujo programa de atividades tinha como objetivo principal *o estabelecimento de metodologias associadas às técnicas de sensoriamento remoto, com ênfase principal na interpretação de dados coletados pelo Sistema ERTS*. De 21 projetos propostos para o biênio 1975/1976, 16 eram propostas de aplicação de dados do sistema ERTS (LANDSAT) para mapeamentos temáticos diversos.

Embora fizesse parte dos objetivos do Projeto SERE o desenvolvimento de um sistema de interpretação automática de dados, em 1975 foi adquirido o Sistema IMAGE-100 e implementado o Laboratório de Tratamento Digital de Imagens. Desta forma, a partir de 1976 se inicia a Fase 3, de interpretação automática, que abre novas perspectivas de trabalhos de pesquisa e aplicações.

Em 1977, em decorrência de mudanças administrativas no INPE houve nova reestruturação das atividades de sensoriamento remoto

que foram distribuídas em dois departamentos: a) Departamento de Geração de Imagens (DGI); b) Departamento de Sensoriamento Remoto (DSR).

Nessa época o DSR ainda tinha sob seu controle o Laboratório de Óptica e espectroscopia, bem como a aeronave e os equipamentos de radiometria de campo; mas limitações técnico-financeiras tornaram grande parte desse material ocioso. Em 1977, os equipamentos óticos e de radiometria passaram para a Divisão de Sensores, ligada à área de tecnologia espacial.

Os resultados da Fase 3 continuam sendo mapas de drenagem, de uso da terra, de geologia, etc. (INPE, 1976). O que evoluiu no período foi apenas a técnica de extração dos dados que passou a ser automática. Nesse período o DSR encontrava-se muito distante dos objetivos iniciais e passou a suprir a omissão ou o desinteresse das entidades usuárias em assimilar a tecnologia desenvolvendo trabalhos de aplicação para tais entidades. Não há mais espaço para as atividades de pesquisa tal a pressão da comunidade de usuários no sentido da execução de projetos práticos. A escassez de recursos internos para a pesquisa, por sua vez, faz com que essa tendência seja reforçada.

Nos relatórios de andamento dos projetos já não são mais mencionadas as metas iniciais da Fase E, voltadas à construção e teste de equipamentos sensores.

O período entre 1973 e 1978 é caracterizado por um elevado grau de permanência de pessoal no INPE. O quadro de pesquisadores se mantém estável. Em 1978 grande parte do grupo já obteve o grau de Mestre em Sensoriamento Remoto. O DSR nesse ano possuía um quadro de pesquisadores (Tabela 8) com pessoas mais experientes, já engajadas em programas de doutoramento, as quais iniciaram um movimento de resistência à participação em projetos puramente de aplicação. Nessa mesma época, com a decisão do INPE em participar da Missão Espacial através do desenvolvimento e construção de satélites de telecomunicações e satélites

de recursos naturais, formam-se grupos de estudo para definir parâmetros orbitais, horários adequados ao sensoriamento remoto, tipos de sensores, faixas espectrais, etc. Nesse momento o Departamento de Sensoriamento Remoto é aliado do processo, pois não tem respostas a questões básicas. Cobra-se do Departamento de Sensoriamento Remoto um conhecimento que não foi produzido ao longo dos últimos anos, voltados a trabalhos de aplicação. É a fase crítica do departamento, através da qual se conclui que são necessárias mudanças.

TABELA 8

FORMAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DO CORPO DE
PESQUISADORES DO DSR

| FORMAÇÃO | NÚMERO | QUALIFICAÇÃO |
|-------------------------|--------|--------------------------------|
| Eletrônica e Computação | 1 | Phd |
| Geologia | 1 | Dr. em Geologia |
| Oceanografia | 1 | Dr em Geografia |
| Geografia | 1 | Dr. em Geografia |
| Eletrônica e Computação | 3 | Bacharel |
| Geologia | 12 | Mestre em Sensoriamento Remoto |
| Geologia | 4 | Bacharel |
| Física | 3 | Mestre em Oceanografia |
| Física | 3 | Mestre em Sensoriamento Remoto |
| Física | 1 | Bacharel |
| História Natural | 1 | Bacharel |
| Hidrografia | 2 | Bacharel |
| Agronomia | 2 | Mestre em Agronomia |
| Agronomia | 5 | Mestre em Sensoriamento Remoto |
| Agronomia | 2 | Bacharel |
| Eng. Florestal | 3 | Mestre em Sensoriamento Remoto |
| Eng. Florestal | 2 | Bacharel |
| Geografia | 2 | Mestre em Sensoriamento Remoto |
| Geografia | 1 | Mestre em Geografia |
| Geografia | 2 | Bacharel |

Para conciliar a demanda de trabalhos de aplicação por parte de entidades externas (interessantes face à escassez de recursos para a pesquisa e dada a necessidade de um retorno para a comunidade do grande investimento na área de Sensoriamento Remoto) e o interesse por pesquisas básicas (motivado sobretudo pela perspectiva de operação de sensores mais sofisticados como o Mapeador Temático), foram realizadas novas mudanças estruturais. O Departamento de Sensoriamento Remoto passou a ter três divisões: 1) uma divisão de transferência de tecnologia consubstanciada principalmente através da realização de cursos de treinamento; 2) uma divisão de pesquisa e desenvolvimento de metodologias e 3) uma divisão de apoio técnico e logístico responsável pela operação da aeronave e dos equipamentos de radiometria (que retornaram para a administração do DSR) e pelo laboratório de tratamento digital de imagens.

Ocorreram também modificações nas atividades de pesquisa, as quais foram reestruturadas em Programas de Pesquisa. Entretanto, em grande parte dos casos foi dado um nome novo às antigas atividades. Assim é que nos relatórios de atividades intercalam-se, num mesmo programa, projetos de aplicação e pesquisa indiscriminadamente.

A contradição interna do Departamento de Sensoriamento Remoto aumenta a medida que a comunidade de usuários torna-se mais exigente em termos das aplicações requeridas, cuja viabilização requeria informações básicas que o corpo de pesquisadores muitas vezes não possuía. Já não bastava mapear classes de uso da terra, era preciso informar a precisão do mapa. Não bastava identificar áreas de ocorrência de culturas, era preciso discriminá-las. Questões antes ignoradas passaram a ser formuladas com maior insistência, tais como a possibilidade de estimar biomassa através de dados espectrais; o efeito do comportamento espectral do solo sobre essas estimativas; de que modo e forma pode ocorrer a interferência da geometria de imageamento da cena sobre a separabilidade espectral das culturas.

Face a esse impasse, ficou evidente que para que a área de Sensoriamento Remoto do INPE pudesse responder às reais necessidades dos usuários, ela deveria concentrar esforços em pesquisas básicas.

Novas medidas administrativas são tomadas, e a área de Sensoriamento Remoto é então dividida em dois departamentos: O Departamento de Sensoriamento Remoto composto de 27 pesquisadores e o Departamento de Aplicações de Dados de Satélite composto de 20 pesquisadores.

Com essas modificações, o antigo Departamento de Sensoriamento Remoto perde o controle administrativo da área de Oceanografia, que é transferida para o Departamento de Meteorologia; da Aeronave, que é transferida para a Direção; e do Laboratório de Tratamento Digital de Imagens, que passa a fazer parte da Divisão de Suporte Computacional.

Tal divisão administrativa marca o término do Período Orbital e dá início ao Período Atual.

5 - PERÍODO ATUAL: 1982 EM DIANTE

No Período Atual o Sensoriamento Remoto passa a ser desenvolvido em diferentes departamentos do INPE. No Departamento de Meteorologia são feitas pesquisas e aplicações de dados de satélites meteorológicos, no Departamento de Aplicações Tecnológicas são desenvolvidos sensores para a missão Satélite, no Departamento de Geração de Imagens são produzidas imagens. Por isto pergunta-se quais são as atribuições dadas aos dois novos departamentos criados pela divisão do antigo Departamento de Sensoriamento Remoto.

No novo Departamento de Sensoriamento Remoto (DSR) foram criadas duas divisões: a Divisão de Desenvolvimento de Metodologia (DDM) e a Divisão de Pesquisas (DDP). O objetivo da DDM passou a ser o desenvolvimento de metodologias de utilização de dados de sensoriamento remoto no estudo dos recursos naturais; enquanto a DDP tornou-se responsável

vel pela elaboração de pesquisas básicas visando compreender melhor as interações entre a radiação eletromagnética e os objetos da superfície como subsídio à extração de informações de novos produtos de sensoriamento remoto, como as imagens do Mapeador Temático, SIR-B, etc.

O Departamento de Aplicações de Dados de Satélite, através de sua Divisão de Aplicações e Transferência de Metodologias (DTM), tornou-se responsável pela transferência de metodologias operacionais e pela formação de recursos humanos para a comunidade de usuários externos.

Apesar da divisão administrativa ter sido uma busca de soluções para as crises sucessivas do Projeto SERE, após quase dois anos observa-se que permaneceram certas contradições.

O DSR embora com a responsabilidade de pesquisa em sensoriamento remoto tem também participado de projetos de aplicações de dados de satélite. As escassez de recursos para a pesquisa faz com que a única alternativa de viabilização de projetos seja o financiamento externo. O pragmatismo dos usuários, também pressionados por cortes orçamentários, inibe o desenvolvimento de atividades que não tenham cunho prático.

Além disso, ao longo de sua história, o Projeto SERE sofreu o desmantelamento da infra-estrutura necessária às atividades de pesquisa. Assim a DDP concentrou esforços para montar um laboratório e recuperar instrumentos.

A Tabela 9 apresenta os equipamentos disponíveis na área de Sensoriamento Remoto básico e a condição operacional em que se encontram. Pela análise da Tabela 9 verifica-se que para um Centro Nacional de Sensoriamento Remoto as condições de infra-estrutura para estudos do comportamento espectral de alvos é bastante inadequada.

TABELA 9

EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS PARA A D.D.P.

| Nº | ESPECIFICAÇÃO | CONDIÇÃO OPERACIONAL |
|----|---|--|
| 1 | Telespectroradiômetro da Spectral Data com câmara de visada, microprocessador e teletipo. | Sem informação sobre sua condição operacional. |
| 2 | Radiômetro Termométrico Precision Thermometer PRT-5, da Barnes | 1 operando 1 conserto |
| 1 | Espectroradiômetro ISCO | Em conserto |
| 1 | Radiômetro de 4 canais - EGT | Utilizável para fins didáticos. |
| 5 | Câmeras Hasselblad 70 mm | |
| 1 | Radiômetro Portátil Kimoto | Problemas de calibração |
| 1 | Espectroradiômetro desenvolvido pela Divisão de Sensores do INPE | Não possui detetores. |
| 1 | Espectroradiômetro com detetores CCD montado na Divisão de Sensores do INPE | Em teste. |
| 1 | Visor multiespectral I ² S | 1 operando |
| 1 | Registrador do ISCO | 1 operando |
| 1 | Registrador Barnes | Em conserto |
| 2 | Espectrofotômetros Perkin Elmer modelo 450 e 700 | Alocado junto à Divisão de Sensores. |
| | Equipamentos auxiliares: estufa, forno, termômetros, dissecadores, balanças, etc | — |
| | Equipamentos eletrônicos, multímetros, fontes de alimentação | — |
| 1 | Espectrofotômetro Spectromon modelo 204 - v. violeta ao visível | UV - operacional IV - em conserto |

(continuação)

Conclusão - Tabela 9

| Nº | ESPECIFICAÇÃO | CONDIÇÃO OPERACIONAL |
|----|--|---------------------------------|
| 1 | Espectrofotômetros Spectromon modelo 861 | Operacional |
| 2 | Espectrofotômetros de Chama modelo 381 | 1 em conserto 1 Operacional. |

Como se observa nessa tabela, grande parte dos equipamentos estão funcionando em condições precárias e, muitas vezes, como se tratam de equipamentos obsoletos, torna-se muito difícil a aquisição de peças de reposição. O mais lamentável é considerar que tais equipamentos foram subutilizados durante longo período e chegaram às condições precárias atuais por falta de recursos humanos responsáveis por sua manutenção e operação.

Dessa maneira, de 1982 até o presente, a Divisão de Pesquisas tem se esforçado em recuperar equipamentos e estabelecer especificações e prioridades para novas aquisições.

Com a perspectiva de novos produtos de sensoriamento remoto, o DDP tem também se engajado em programas de avaliação de tais dados.

O lançamento do Satélite Brasileiro de Sensoriamento Remoto, previsto para a próxima década, tornou evidente que após 15 anos de atividades a área de sensoriamento remoto não havia acumulado conhecimento básico suficiente para responder a questões fundamentais ao sucesso prático da Missão: a) melhor horário de passagem do satélite; b) melhor tipo de órbita - polar, equatorial, semipolar?; c) melhores faixas espectrais; d) melhor frequência de cobertura, e) resolução espectral, espacial e radiométrica mais adequadas.

Quando o DSR, em Janeiro de 1984, foi convocado a definir parâmetros para a construção da câmara para a missão BRESEX (Brazilian Remote Sensing Experiment a bordo do Space Shuttle), o parecer teve de se basear em experiência alienígena. Toda a bibliografia utilizada como suporte ao parecer técnico era produzida no exterior. A produção científica da área de Sensoriamento Remoto, voltada para aplicações, não permitia responder com segurança àquelas questões.

6 - A PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO DEPARTAMENTO DE SENSORIAMENTO REMOTO ATÉ 1982 E DOS DEPARTAMENTOS DELE DERIVADOS (DSR E DDS).

A trajetória do Projeto SERE ao longo de 18 anos tem sérios reflexos em sua produção científica. Tendo em vista que o período anterior a 1970 foi dedicado à criação de infra-estrutura para a operacionalização das atividades de pesquisa, pode-se falar em produção científica apenas a partir de 1970.

A Tabela 10 apresenta a porcentagem de trabalhos publicados entre 1970 e 1984. Nesta análise estão computados apenas trabalhos produzidos pelo Departamento de Sensoriamento Remoto, atualmente DSR e DDS, que ao longo do tempo foi o que mais se identificou com essa atividade. Não foram considerados os trabalhos de sensoriamento remoto produzidos no âmbito dos demais departamentos que atuam na área.

TABELA 10

PORCENTAGEM DE TRABALHOS PUBLICADOS ENTRE 1970 E 1984

| ANO | PORCENTAGEM | PORCENTAGEM ACUMULADA |
|-------|-------------|-----------------------|
| 1970 | 1,03 | 1,03 |
| 1971 | 0,51 | 1,54 |
| 1972 | 0,26 | 1,80 |
| 1973 | 5,19 | 6,99 |
| 1974 | 2,59 | 9,58 |
| 1974 | 8,31 | 17,89 |
| 1976 | 10,38 | 28,27 |
| 1977 | 7,79 | 36,06 |
| 1978 | 10,90 | 46,96 |
| 1979 | 8,05 | 55,01 |
| 1980 | 9,61 | 64,62 |
| 1981 | 11,68 | 76,30 |
| 1982 | 6,49 | 82,79 |
| 1983 | 8,31 | 91,10 |
| 1984* | 8,83 | 100,00 |

* até o mês de junho.

Embora uma análise quantitativa seja pouco significativa se não for avaliada a relevância e qualidade dessa produção, ela permite identificar os reflexos da conjuntura sobre a atividade científica.

O ano de 1974, caracterizado pela redução nas porcentagens de trabalhos publicados coincide com a aceitação de um grupo novo para o Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto e a saída de vários pesquisadores mais experientes. Isto concorreu para que houvesse poucos professores qualificados a dar aulas no curso de Mestrado, bem como poucos para orientar o novo grupo nas linhas de pesquisas da área.

Além disso, o ano de 1974 coincide com o término da obrigatoriedade de envio de relatórios mensais à COBAE, demonstrando portanto que o crescimento da produção em 1973 foi artificialmente provocado, sem grandes contribuições à pesquisa e ao conhecimento das técnicas de

sensoriamento remoto, uma vez que tais relatórios eram mero cumprimento de uma formalidade administrativa.

A análise da Tabela 10 revela que o crescimento da produção científica ao longo do tempo não foi constante. Os anos de 1972 e 1974 indicam sérias reduções nas taxas de produção. A partir de 1975 há uma tendência à estabilização entre 8% e 10% de crescimento ao ano.

Analisando as oscilações no volume de trabalhos publicados, pode-se verificar que elas estão em geral associadas às mudanças nas diretrizes do Projeto SERE ao longo de sua história. Entre 1970 e 1972 o decréscimo da porcentagem de trabalhos pode estar relacionado à concentração de esforços na implantação do sistema de aquisição e processamento dos dados do satélite ERTS (LANDSAT). Com isto, recursos financeiros e humanos foram desviados das atividades de pesquisa para as atividades de planejamento e definição e programas de utilização do ERTS. Nesse período deve-se salientar também que razões de mercado de mão-de-obra tornavam difícil a manutenção de uma equipe estável, provocando assim descontinuidades nos projetos e atrasos no cumprimento das atividades programadas.

A estabilização da produção científica em torno de 8 e 10% a partir de 1975 parece estar associada ao término das primeiras teses de mestrado e à formação de um grupo de pesquisa mais experiente e mais estável.

As oscilações abaixo de 8% como em 1977 podem ser atribuídas a mudanças administrativas ocorridas no período. Em 1982 dois fatores podem explicar a baixa produtividade: a) a recessão econômica acarretando uma redução drástica de recursos para a pesquisa; b) grande número de pesquisadores envolvidos em programa de doutoramento; c) a realização do II Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto drenando boa parte da produção científica do período; d) novas mudanças administrativas na área de sensoriamento remoto, com reformulações de pesquisa.

Computando toda a produção científica na área de Sensoriamento Remoto (produção relativa ao DSR, atualmente DDS e DSR), verifica-se que em 15 anos o número médio de trabalhos publicados por pessoa está em torno de 21 artigos, ou seja, 1,4 artigos por ano.

Se for levado em conta que grande parte dos trabalhos é realizada na forma de co-autoria, verifica-se que a produtividade do departamento é relativamente baixa, principalmente se for levado em conta que a experiência média do grupo está em torno de 7,5 anos de atuação na área. Este fato é mais grave quando se considera que o grupo trabalhando na área de sensoriamento remoto é formado em sua maioria por Doutores e Mestres (Tabela 11).

TABELA 11

PORCENTAGEM DE PESSOAL POR GRAU DE FORMAÇÃO QUE TRABALHA NA ÁREA DE PESQUISA E APLICAÇÕES DE SENSORIAMENTO REMOTO EM 1984

| GRAU | PORCENTAGEM |
|-------------|-------------|
| BACHARELADO | 20 |
| MESTRADO | 50 |
| DOUTORADO | 30 |

Essa baixa produtividade, por outro lado, pode ser explicado por alguns fatores importantes: a) limitações financeiras para o desenvolvimento dos projetos; b) entraves burocráticos que muitas vezes atrasam o início do projeto que, por envolver fenômenos dinâmicos, tem sua execução inviabilizada quando fora do prazo adequado; c) falta de liderança na área de pesquisa tendo em vista que o grupo inicial gerador do projeto SERE dele se desvinculou; d) execução de projetos de aplicação que envolvem amplas regiões geográficas e atividades morosas de interpretação de dados.

Os dados contidos na Tabela 12 revelam que a partir de 1973 o número de trabalhos de aplicação aumenta até atingir a proporção de 78% em 1978, abrangendo as fases de mapeamentos regionais através de procedimentos de análise visual e automática de dados.

A análise da Tabela 12 permite também levantar outras considerações sobre a atividade de pesquisa: 1) a porcentagem de trabalhos realizados com outros tipos de dados que não os do sistema MSS/LANDSAT decrescem rapidamente entre 1973 e 1976, até atingir uma proporção insignificante em 1979 e 1981, praticamente zerando em alguns anos, confirmando assim o direcionamento das atividades no sentido de usar os dados orbitais; 2) a porcentagem de trabalhos originais de pesquisa também decrescem entre 1973 e 1984, indo de 35% a 3% em 1979. A partir de 1980 ela sofre um novo incremento até atingir o nível de 21% em 1982, confirmando a orientação de áreas para trabalhos de aplicação; 3) a produção real na área de Sensoriamento Remoto é bem menor do que o número de trabalhos publicados faz supor, visto que na categoria "outros" encontram-se trabalhos não-originais resultantes de palestras proferidas, resenhas bibliográficas, versões em inglês de relatórios a serem submetidos a congressos, etc; 4) admitindo que a categoria "outros" inclui toda a atividade não-criativa (trabalhos derivados de outros) verifica-se que houve de 1973 a 1982 um crescimento acentuado dessa tendência, interrompido em 1978 pela produção relativa ao I Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Essa tendência se acentua a partir de 1981 atingindo o clímax em 1982 quando, do total de trabalhos publicados no ano, apenas 28% representam trabalhos originais. Esta tendência reflete sob certo aspecto a burocratização da atividade científica que obriga a execução de numerosos relatórios de atividades que são publicados aumentando artificialmente o número de trabalhos científicos produzidos.

TABELA 12

PORCENTAGEM DE TRABALHOS PUBLICADOS POR TIPO DE OBJETIVO

| ANO | PORCENTAGEM DE TRABALHOS ORIGINALS UTILIZANDO APENAS DADOS ORBITAIS MSS/LANDSAT | |
|------|--|----------|
| | PORCENTAGEM DE TRABALHOS ORIGINALS UTILIZANDO OUTROS DADOS DE SENSORIA MENTO REMOTO. | PESQUISA |
| 1973 | 20 | 35 |
| 1974 | 10 | 30 |
| 1975 | 6 | 9 |
| 1976 | 7 | 12 |
| 1977 | - | 6 |
| 1978 | - | 16 |
| 1979 | 3 | 3 |
| 1980 | - | 13 |
| 1981 | 2 | 8 |
| 1982 | - | 8 |
| 1983 | - | 21 |
| 1984 | - | 6 |

| TRABALHOS ORIGINALS UTILIZANDO APENAS DADOS ORBITAIS MSS/LANDSAT | | |
|--|---------------------------------------|--------|
| | APLICACAO E AVALIACAO DE VIABILIDADE. | OUTROS |
| | 30 | 25 |
| | 50 | 10 |
| | 43 | 42 |
| | 35 | 46 |
| | 56 | 38 |
| | 78 | 6 |
| | 52 | 42 |
| | 46 | 41 |
| | 40 | 50 |
| | 20 | 72 |
| | 40 | 39 |
| | 41 | 52 |

Um aspecto mais grave observado ao analisar a produção científica da área de sensoriamento é o da pequena difusão dos resultados através de publicações em revistas de circulação nacional e internacional. Do total de trabalhos publicados entre 1973 e 1984, apenas 2% foram divulgados em revistas brasileiras de 1% em revistas internacionais. Os demais trabalhos são publicados internamente ou apresentados em forma de comunicações rápidas em Congressos e Simpósios, indicando um índice reduzido de difusão da informação gerada internamente.

Este fato vem a ser confirmado pelo número pequeno de exemplares de relatórios publicados internamente que são vendidos a terceiros. Numa amostra de 55 publicações foi calculado que se venderam em média 14 exemplares por relatório publicado. Geralmente tais exemplares são adquiridos por pessoas que ao visitarem a instituição tomam conhecimento das atividades realizadas. Este número é muito baixo e reflete a pouca atenção que se tem dado à divulgação dos trabalhos realizados internamente.

A realização de inquérito junto a alguns pesquisadores identificou como principais causas da pequena divulgação: a) a morosidade do processo de divulgação; b) a falta de recursos para a execução de projetos de pesquisa serem divulgados internacionalmente; c) a falta de estímulo à divulgação do trabalho científico.

Uma das estratégias adotadas pelo INPE para a divulgação de trabalhos na área de Sensoriamento Remoto tem sido a realização de Simpósios bienais de Sensoriamento Remoto. O primeiro foi realizado em 1978, o segundo em 1982 os quais apresentaram as seguintes tendências expostas (Tabela 13).

TABELA 13

TRABALHOS PUBLICADOS EM SIMPÓSIO SEGUNDO ÀS ABORDAGENS APRESENTADAS

| OUTROS | TRABALHOS DE PESQUISA METODOLÓGICA | | TRABALHOS DE APLICAÇÃO | | TRABALHOS DE PESQUISA BÁSICA | | OUTROS |
|---------------------|------------------------------------|--------|------------------------|--------|------------------------------|--------|--------|
| | LANDSAT | OUTROS | LANDSAT | OUTROS | LANDSAT | OUTROS | |
| I SIMPÓSIO 1978 | 18 | 13 | 55 | 2 | 6 | 6 | - |
| II SIMPÓSIO 1982 | 17 | 6 | 46 | - | 3 | 10 | 16 |

Pela análise da Tabela 13 verifica-se que durante os sim
põsios a maior frequência de trabalhos está concentrada na área de apli
cação de dados MSS ou RBV do sistema LANDSAT. Embora esta porcentagem te
nha diminuído de 1978 para 1982, isto não ocorrem de modo significativo.
Observa-se que entre 1978 e 1982 houve um aumento considerável da por
centagem de trabalhos de pesquisa básica utilizando outros tipos de da
dos que não os MSS/LANDSAT, mas que a proporção de trabalhos de pesqui
sa básica em relação à produção total permanece constante.

Ao avaliar a origem dos trabalhos apresentados no I Sim
põsio Brasileiro verificou-se que 67% deles pertencia ao INPE, indican
do que em 1978 a participação da comunidade científica na área era bas
tante inexpressiva. Esta tendência se modifica um pouco em 1982 quando
a participação do INPE se reduz a 57%. Ainda assim, observa-se que a
participação da comunidade científica está bem abaixo do ideal, princi
palmente se for levado em conta que o Projeto Sensores Remotos foi im
plantado para ter um caráter e uma abrangência nacional.

Analisando estes dados, verifica-se que, de um lado exis
te uma acomodação por parte da comunidade de usuários que encaram o
INPE como um executor de projetos; por outro lado, existe a falta de re
cursos para pesquisa que coloca o INPE a mercê de recursos externos e
condenado à execução de projetos de aplicação.

Paralelamente se observa a realização de projetos de pes
quisa em sensoriamento remoto, por algumas instituições como é o caso
da EMBRAPA. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

No momento do III Simpósio de Sensoriamento Remoto levan
to-se a necessidade de que juntos, usuários externos e pesquisadores do
INPE, fizessem um esforço de mudança para que o Projeto Sensores Remo
tos adquirisse abrangência nacional.

A Tabela 14 mostra o número de imagens produzidas e vendidas para usuários externos (nacionais e estrangeiros) bem como as utilizadas internamente pelo INPE.

Pela análise da Tabela 14 observa-se que para todos os tipos de usuários há a tendência de crescimento do número de imagens de 1978/1979 e que após essa data a queda se torna acentuada. O máximo de imagens vendidas a usuários externos é atingido em 1979, quando é alcançada uma produção superior a 13000 imagens para uso da comunidade externa ao INPE. A partir dessa data os valores caem até atingir menos que 3000 imagens por ano em 1984.

TABELA 14

NÚMERO DE IMAGENS PRODUZIDAS POR ANOS E POR TIPO DE USUÁRIO

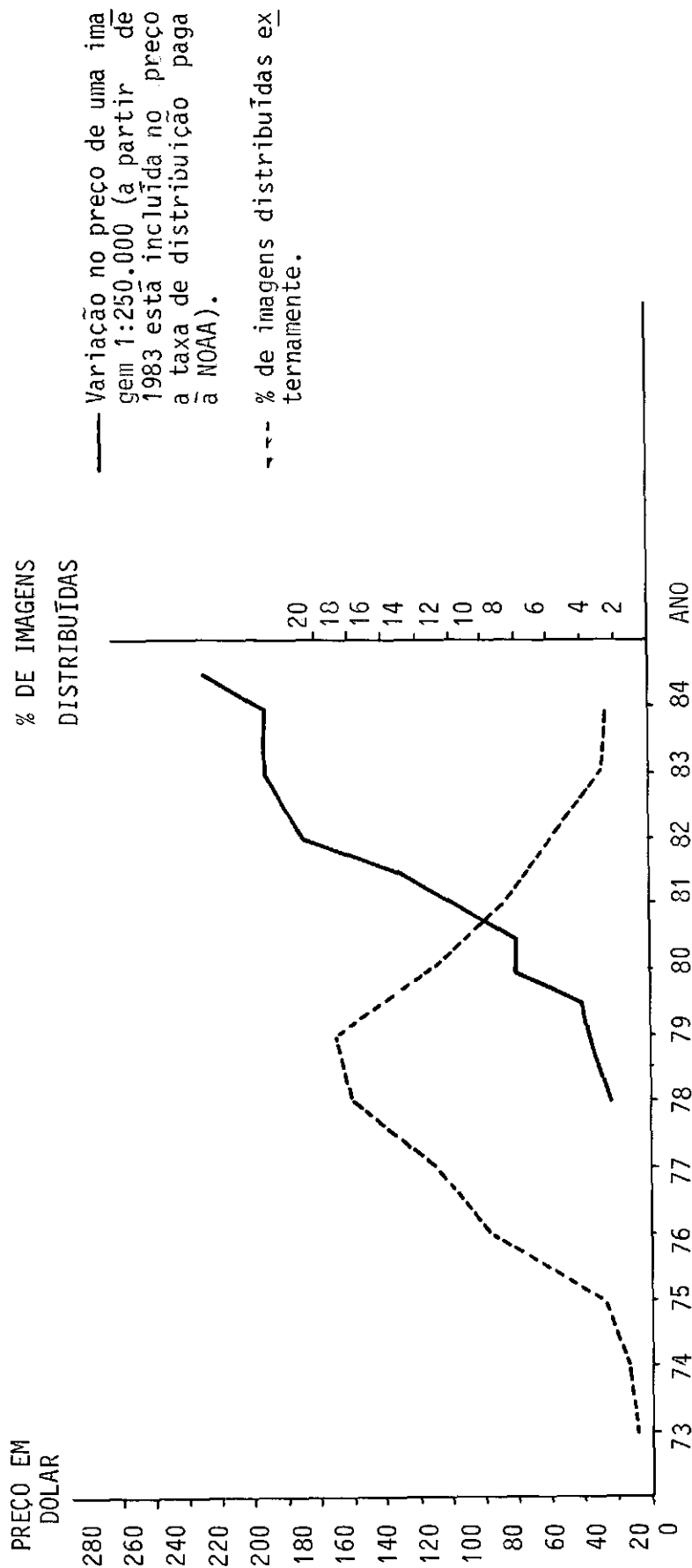
| ANO | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984* | TOTAL | % |
|--------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|
| USUÁRIOS EXTERNOS NACIONAIS | 323 | 1240 | 2123 | 3977 | 2925 | 11961 | 10682 | 8486 | 5306 | 3178 | 1296 | 1161 | 52660 | 67,9 |
| USUÁRIOS EXTERNOS ESTRANGEIROS | - | - | - | 92 | 3 | 784 | 2987 | 1255 | 1386 | 780 | 653 | 358 | 8298 | 10,0 |
| USUÁRIOS INTERNOS | - | - | - | 3495 | 7177 | 1257 | 1110 | 752 | 637 | 720 | 1070 | 431 | 16589 | 22,1 |
| TOTAL | 323 | 1240 | 2123 | 7564 | 10045 | 14002 | 14779 | 10493 | 7329 | 4678 | 3021 | 1950 | 77547 | |

* Até setembro

Através da Figura 1 pode-se avaliar o efeito do aumento do preço dos produtos MSS sobre a distribuição de imagens. Observa-se que de 1979 para 1980, quando o preço da imagem passa de U\$ 40,00 para U\$ 80,00, a porcentagem de imagens distribuídas no período em relação ao total distribuído até setembro de 1984 cai de 19% para 13%. Esse período também coincide com o recrudescimento da crise econômica, o que faz com que os usuários se tornem mais criteriosos com os seus gastos. Dessa maneira, com o aumento dos custos, há uma diminuição gradual do interesse dos usuários pelo produto. É interessante notar que embora essa queda de interesse se explique pelo aumento do preço do produto, ela pode também ter sido influenciada pela frustração do usuário que não se arrisca a comprar um produto caro do qual tem condições de extrair poucas informações.

Essa frustração de expectativa revela dois aspectos: 1) o usuário desconhece a técnica que quer utilizar; b) o usuário não conta com uma fonte segura de informações sobre as reais potencialidades dos dados.

Devido a elevação dos custos das imagens, o usuário passou a não se arriscar em comprar sem a garantia de que a informação de seu interesse pode ser retirada dos dados orbitais. E essa certeza nem sempre existe devido à falta de trabalhos de pesquisa básica.



— Variação no preço de uma imagem 1:250.000 (a partir de 1983 está incluída no preço a taxa de distribuição paga à NOAA).

- - - % de imagens distribuídas externamente.

Fig. 1 - Comparação entre a variação anual do custo de dados LANDSAT e da porcentagem de imagens distribuídas entre 1973 e 1984.

Em fevereiro de 1980 Barbosa et alii (1980), ao realizarem a proposta de adaptação da estação de recepção para que o Brasil recebesse dados TM, estimaram que a distribuição de imagens atingiria 20000 unidades em 1980. Isto entretanto não ocorreu. Isto significa que existe uma fonte enorme de informação sobre o território brasileiro que está sendo subutilizada.

Cabe portanto um esforço conjunto de pesquisadores do INPE, de pesquisadores ligados às universidades e entidades no sentido de realizar trabalhos de pesquisa e aplicação de dados de sensoriamento remoto. Existe um fato que é o custo de manutenção e operação do sistema de aquisição de imagens orbitais do satélite LANDSAT. Quer sejam utilizados ou não o sistema tem um custo para o País. Por isto, é preciso um maior interesse da comunidade em utilizar estes dados em seus diferentes campos de atuação. É necessário formar pessoas com competência para extrair informações desse acervo de dados coletados há mais de uma década sobre o território nacional.

7. CONCLUSÕES

A análise retrospectiva do processo de formação da área de Sensoriamento Remoto do Instituto de Pesquisas Espaciais demonstra que ele sofreu os reflexos da conjuntura política do País como um todo.

Já no início de sua formação o Projeto SERE sofreu o impacto da ruptura entre o Instituto de Pesquisas Espaciais, cuja preocupação fundamental era a pesquisa básica, e os demais órgãos governamentais, que, com uma visão imediatista, tiveram interesse em aplicar essa nova tecnologia a curto prazo, sem que se houvesse formado os recursos humanos necessários à sua aplicação.

Esses problemas se agravaram com o crescimento da crise econômica, que levou o governo a cortes sucessivos de verbas para a atividade de pesquisa. Como havia sido feito um investimento muito grande

com a instalação da Estação de Recepção e Processamento de Dados do Satélite LANDSAT, tornou-se uma questão de sobrevivência justificar esse investimento através da proposição de métodos de utilização daqueles dados como panacéia. Assim, subjacente à pesquisa, esteve sempre a necessidade de provar que o investimento na instalação da estação e recepção de dados estava sendo útil à nação.

E aqui, não se pretende negar a sua utilidade e sua importância, mas o modo como a ênfase nas aplicações desviaram o curso original do Projeto SERE.

Agora, com a disponibilidade de dados do Mapeador Temático, envereda-se para um caminho semelhante. Portanto, é um momento de questionar as diretrizes que devem ser dadas as atividades futuras. Há dois caminhos a seguir. O da pesquisa do significado físico das informações e o da aplicação indiscriminada daqueles dados a partir da experiência adquirida com o MSS.

Um caminho é criativo. Produz conhecimento. É ciência. O outro pode produzir equívocos com os que ocorreram nos períodos anteriores. Não se justifica o abandono de linhas de pesquisa para a corrida indiscriminada ao "novo". As imagens do TM possuem 7000 elementos de informação por km² em suas 7 faixas de atuação no espectro. As imagens TM possuem um custo elevado. Um jogo de imagens TM na escala 1:250.000 custava em outubro de 1984 Cr\$ 2.840.000,00. É crítico para o usuário saber que combinações de canais ou canal espectral se adequa melhor a seus objetivos. O DSR deve estar preparado para responder a essas questões. O DSR deve buscar conhecer o produto em uso antes de enveredar para as aplicações sistemáticas. Os projetos de cooperação técnica devem ser projetos que dêem margem à pesquisa.

É óbvio que o caminho escolhido não é decisão individual. Não se pode esquecer que as contradições de âmbito nacional permeiam nossas instituições. Fixar prioridades de pesquisa e atribuir verbas são

instâncias fora do controle do pesquisador. Entretanto, ao pesquisador cabe a busca de recursos, cabe o questionamento e a crítica ao "status quo" não para destruí-lo, mas para torná-lo melhor. Ao pesquisador cabe o empenho de estar na vanguarda do conhecimento. Cabe ainda, ter consciência de que a atividade de pesquisa é o eterno devenier, a qual exige sobretudo dedicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E.G.; MASCARENHAS, A.S. *Relatório Sensores Remotos da Fase C. Oceanografia.* São José dos Campos. CNAE, 1970 (LAFE 135).
- BARROS, A.O.F. *Projeto Sensores Remotos; Relatório Final. Fase C. Oceanografia e Urbanismo.* São José dos Campos, CNAE, 1970a (LAFE 133).
- BARROS, L.F. de. *Comportamento da Baixa Atmosférica nas Áreas Testes do Projeto SERE em julho de 1969.* São José dos Campos, CNAE, 19706 (LAFE 122).
- BARBOSA, M.M.; PEREIRA, S.P.; AGUIRRE, J.L.B.; PARADA, L.E.M.; NOVAES, R.A. *Proposta técnico-financeira para o Projeto LANDSAT-D.* São José dos Campos, INPE, 1980 (INPE-1982-PPr/049).
- COELHO, A.G.; McNEILL, H.W. *Remote Sensing Project. Phase C Final Report. Agriculture.* São José dos Campos, CNAE, 1970 (LAFE 132).
- CNAE. *Programa Sensores Remotos - Fase B - Determinação das Necessidades de Equipamentos.* São José dos Campos, CNAE, 1969a (LAFE 93).
- _____ *Programa Sensores Remotos - Fase C - Plano da Missão da Aeronave incluindo adendo com resultados.* São José dos Campos, CNAE, 1969b (LAFE 87).
- HERZ, R.; MALUF, S.; AMARAL, G.; CORRÊA, A.C.; VENEZIANI, P.; BATISTA, G.T.; FORESTI, C.; MORAES, E.M.L.; NOVAES, R.A. *Coleção dos Resultados Relevantes Obtidos com as Imagens do Satélite ERTS-1 pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE).* São José dos Campos - 1975. (INPE - 780 - NTE/039).
- INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. COORDENADORIA DE RECURSOS TERRESTRES. *Relatório dos resultados alcançados e dos projetos em desenvolvimento com apoio financeiro do BNDE/FUNTEC - 240.* São José dos Campos, INPE, 1976 (INPE-939-RAE/007).

- _____
GRUPO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS. *Programa de Coordenação de Projetos de Pesquisa de Recursos Terrestres*. São José dos Campos. INPE, 1973. (INPE-636-NTE/003).
- _____
GRUPO DE RECURSOS DO SOLO. *Proposta de Pesquisa à EMBRAPA*. São José dos Campos, INPE, 1973.)INPE-327-PR/05).
- _____
SERE. *Resultados preliminares obtidos com imagens do Satélite ERTS-1, para encaminhamento à COBAE*. São José dos Campos. INPE, 1977. (INPE-302-RI/35c).
- _____
SERE. *Information to the United Nations relative to the Brazilian ERTS facility composition and costs*. São José dos Campos, INPE, 1973 (INPE-322-RI/03).
- _____
SERE. *Proposta de Pesquisa submetida ao Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (ex-CNAE). Expansão do Projeto SERE*. São José dos Campos, INPE, 1971 (LAFE 169).
- MACHADO, J.B. *Projeto SERE. Esboço de programa de pesquisas em sensoriamento remoto de recursos naturais*. São José dos Campos, CNAE, 1968 (LAFE 073).
- _____
Description of the Brazilian Program for Remote Sensing of Earth Resources. São José dos Campos, CNAE, 1969 (LAFE 90).
- _____
Estações brasileiras de aquisição e processamento de dados do ERTS. INPE-406-LAFE.
- MENDONÇA, F. de *Activities in earth remote sensing surveys in Brazil*. São José dos Campos, CNAE, 1971 (LAFE 163).
- _____
Relatório preliminar do Grupo de Trabalho do Projeto ERTS. São José dos Campos, INPE, 1972a (INPE-255-RI/48).
- _____
Planejamento Geral da Fase E (com ênfase em 1973 e 1974). São José dos Campos, INPE, 1972b. (INPE-263-RI/52).
- MORAIS, L.J. *Projeto Sensores Remotos; primeiro relatório*, Rio de Janeiro, 1967.

OLIVEIRA, G.M.A.; AZEVEDO, L.H.A.; BITTENCOURT NETO, O.; PEREIRA, R.R.; NEVES, S.B.; MOREIRA, H.L.; COLPAERTI FILHO, H.; SOUZA, C.J.M. *Sensoriamento Remoto no Quadrilátero Ferrífero*, M.G. São José dos Campos, CNAE, 1970 (LAFE 126).

PAULINI, A.E. *Estudo de reflectância em folhas de citrus (Citrus sp) e café (coffea arabica) no infravermelho próximo*. São José dos Campos, INPE-1973. (INPE-280-RI/69).

REMOTE SENSING PROJECT (SERE). *Collection of relevant results obtained with the ERTS-1 Satellite images by the Institute for Space Research*. São José dos Campos, INPE 1975 (INPE-606-LAFE).

SONNENBURG, C.R. *Overview of Brazilian Remote Sensing Activities*. São José dos Campos, INPE, 1978 (INPE-1323-NTE/126).