

1. Classificação <i>INPE-COM.8/RA</i>		2. Período <i>Jul/78 a jun/79</i>	4. Distribuição interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor)			
5. Relatório nº <i>INPE-1616-RA/064</i>	6. Data <i>Novembro, 1979</i>	7. Revisado por <i>Frederico Miranda</i> <i>Frederico Miranda</i>	
8. Título e Sub-Título <i>RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO (ANUAL)</i> <i>CONVÊNIO 540/CT - FINEP/CNPq</i> <i>ESTAÇÕES TERRENAS PARA COMUNICAÇÃO PONTO-A-PONTO</i>		9. Autorizado por <i>Parada</i> <i>Nelson de Jesus Parada</i> <i>Diretor</i>	
10. Setor <i>DEE</i>	Código	11. Nº de cópias <i>09</i>	
12. Autoria <i>Aydano Barreto Carleial</i>		14. Nº de páginas <i>17</i>	
13. Assinatura Responsável <i>Aydano Carleial</i>		15. Preço	
16. Sumário/Notas <i>Este relatório descreve o andamento dos trabalhos do projeto "Estações Terrenas" até o final do primeiro ano do convênio 540/CT (julho/79), registrando aos principais resultados obtidos e as perspectivas para a continuação do mesmo.</i>			
17. Observações			

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. ANDAMENTO DOS TRABALHOS	3
2.1 - Subprojeto SISTEM	4
2.2 - Subprojeto ESPECS	6
2.3 - Subprojetos ANTRIF e BANBAS	6
2.4 - Subprojetos ESTRUT e TERMAR	7
3. CRONOGRAMA	8
APENDICE A - SUBPROJETO TERMAR	A.1

1. INTRODUÇÃO

O programa espacial brasileiro é coordenado pela Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE) e tem diretrizes estabelecidas que visam, principalmente, a obtenção de competência e capacidade tecnológica no setor. São objetivos definidos do programa espacial a participação crescente do país em atividades espaciais; o desenvolvimento de infraestrutura básica de engenharia aeroespacial; a formação de recursos humanos; o uso de técnicas espaciais no levantamento de recursos naturais, na previsão meteorológica e na obtenção de dados geodésicos; e o desenvolvimento de sistemas de comunicações por satélite.

Para consecução de tais objetivos, foram incluídos no Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT) vários projetos prioritários, entre os quais um referente a estações terrenas para comunicações por satélite, sob responsabilidade do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e da Telecomunicações Brasileiras S. A. (Telebrás).

Como resultado do Seminário de Atividades Espaciais promovido pela COBAE em agosto de 1977, no Rio de Janeiro, coube ao INPE o encargo de desenvolver estações terrenas experimentais de características compatíveis com uma utilização futura pelas Forças Armadas. A Telebrás ficou incumbida de desenvolver estações terrenas para telefonia pública e recepção de sinais de televisão. As duas instituições devem trocar entre si o máximo de informação e acompanhar-se mutuamente nesses trabalhos de desenvolvimento.

No tocante ao desenvolvimento de estações terrenas para as Forças Armadas, foi elaborada uma Proposta de Projeto com solicitação de financiamento, submetida à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), em sua qualidade de Secretaria Executiva do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Confirmada a aprovação da Proposta, as atividades tiveram início formal a 31 de outubro de 1978, com a realização da primeira reunião do Grupo de Trabalho INPE/Forças Armadas do qual fazem parte representantes dos ministérios da Marinha, Exército e Aeronáutica, do Estado Maior das Forças Armadas (EMFA), do INPE e da

Telebrás, este último tendo em vista a cooperação citada no último parágrafo precedente. A primeira parcela de recursos do financiamento foi posta à disposição do Projeto a 21 de novembro de 1978.

O Projeto Estações Terrenas de Comunicações foi concebido e proposto para realização em três fases sucessivas, cobrindo um período de três anos e meio. O Convênio de financiamento citado (FINEP 540/CT) corresponde, nominalmente, a um período inicial de dois anos, de julho de 1978 a junho de 1980.

Na primeira fase do Projeto, com duração originalmente prevista de seis meses, foram levantados dados e realizados estudos iniciais sobre sistemas de comunicações por satélite. Destinou-se, ainda, esta fase à especificação de modelos básicos de estações terrenas para desenvolvimento em laboratório, tendo em vista o atendimento das necessidades das Forças Armadas, e ao início do referido desenvolvimento. O relatório técnico final dos trabalhos, desta primeira fase, deverá estar concluído em 30 de setembro de 1979.

Durante a segunda fase, programada para uma duração de dois anos serão desenvolvidos e construídos os diversos subsistemas das estações e montados os protótipos. Será realizado um levantamento das potencialidades na área industrial, visando a futura produção de estações terrenas pela indústria privada nacional. Terão continuidade, na segunda fase, os estudos de sistemas iniciados na fase anterior.

A terceira fase destina-se à transferência da tecnologia desenvolvida para a indústria, tem a duração prevista de um ano, e depende de uma decisão futura das Forças Armadas no que se refere à utilização de estações terrenas, ou de outras oportunidades de mercado.

O presente relatório descreve o andamento dos trabalhos até o final do primeiro ano do Convênio (junho 1979), registrando os principais resultados já obtidos e as perspectivas para a continuação. Um cronograma revisado do Projeto é apresentado no final do relatório.

2. ANDAMENTO DOS TRABALHOS

De acordo com sua Proposta, o Projeto Estações Terrenas de Comunicações é constituído de oito subprojetos:

- Estudos de Sistemas (SISTEM)
- Especificações (ESPECS)
- Antenas e Circuitos de Alta Frequência (ANTRIF)
- Circuitos de Baixa Frequência (BANBAS)
- Estruturas de Antenas (ESTRUT)
- Terminal Marítimo (TERMAR)
- Industrialização (INDUST)
- Montagem e Testes de Protótipos (MONTES)

Os quatro primeiros subprojetos da lista acima tiveram início efetivo a partir da aprovação da Proposta do Projeto, ou seja, em novembro de 1978, e apresentam um andamento bastante satisfatório. Estes subprojetos foram muito beneficiados por estudos teóricos e trabalhos de laboratório realizados no INPE durante 1977 e 1978.

Os dois subprojetos seguintes (ESTRUT e TERMAR), embora também programados para a primeira fase, tiveram seu início adiado para a segunda. As razões estão apresentadas adiante. Estes subprojetos são estudos de viabilidade específicos, de grande interesse para o desenvolvimento da tecnologia de estações terrenas no país, mas cujo adiamento não afeta os demais subprojetos, aos quais não estão diretamente ligados.

Finalmente, os subprojetos INDUST e MONTES foram programados para a segunda fase, que está agora com início previsto para outubro de 1979. O subprojeto INDUST começará nessa data, e o subprojeto MONTES em março de 1981.

O cronograma original do Projeto sofreu uma defasagem de aproximadamente cinco meses em sua data de início, e a duração da primeira

fase excedeu a prevista. O término da segunda fase está previsto (testes finais dos protótipos de estações terrenas) para agosto de 1981. Não será fácil antecipar esse término, considerando o amplo escopo definido para o Projeto na fase de estudos preliminares, que manteve o interesse por diversas radiofrequências e tipos de modulação. Por outro lado, o relativo adiantamento dos trabalhos nos subprojetos ANTRIF e BANBAS sugere que, do ponto de vista técnico de engenharia, a conclusão da segunda fase em agosto de 1981 é perfeitamente factível.

A seguir apresentamos um resumo do andamento e do estado dos trabalhos em cada subprojeto.

2.1 - SUBPROJETO SISTEM

Foram realizados estudos de sistemas de telecomunicações por satélite, tendo em vista as aplicações identificadas como de interesse pelos representantes das Forças Armadas no Grupo de Trabalho INPE/Forças Armadas. Este GT reuniu-se dez vezes, nos locais e datas seguintes:

São José dos Campos (INPE)	31 de outubro de 1978
São José dos Campos (INPE)	21 e 22 de novembro de 1978
São José dos Campos (INPE)	6 de dezembro de 1978
Rio de Janeiro (CNPq)	20 de fevereiro de 1979
Rio de Janeiro (CNPq)	28 a 29 de março de 1979
São José dos Campos (INPE)	19 e 20 de abril de 1979
Rio de Janeiro (CNPq)	10 e 11 de maio de 1979
Rio de Janeiro (CNPq)	12 e 13 de junho de 1979
Rio de Janeiro (CNPq)	19 de julho de 1979
Campinas (Telebrás/CPqD)	8 de agosto de 1979

A primeira fase do Projeto será encerrada com a realização da undécima reunião do GT, na sede do INPE em São José dos Campos nos dias 11 e 12 de outubro de 1979.

Os principais assuntos técnicos discutidos nas reuniões do GT foram:

- faixas de radiofrequências;
- tamanho das antenas;
- características do segmento espacial hipotético;
- técnicas de consignação de canais, acesso e modulação;
- localização geográfica e número de estações;
- eliminação de radioenlaces terrestres auxiliares;
- condições ambientais;
- custos;
- especificações gerais das estações;
- confiabilidade dos radioenlaces e dos equipamentos.

Em muitos casos, a discussão não levou a soluções completas nem a decisões definitivas, mas os resultados obtidos são suficientes para orientar a segunda fase do Projeto.

Foram consideradas prioritárias, para desenvolvimento de protótipos em laboratório, as faixas de radiofrequências de 4/6 GHz e 12/14 GHz. Adotou-se o sistema de múltiplo acesso com canal singelo por portado (SCPC), com separação de canais de 45 KHz (800 canais em um repetidor de 36 MHz de faixa). Foram mantidas abertas as opções de modulação FM, BPSK e QPSK, associadas as duas últimas à digitalização da voz por um sistema delta adaptativo silábico, com taxa de amostragem de 16 ou 32 kbit/seg, associado ou não a código corretor de erros. Foram considerados de grande importância o uso de antenas de pequenas dimensões e a possibilidade de se instalar estações terrenas dentro de bases militares, aeroportos, etc., sem recorrer a radioenlaces terrestres de acesso.

Os cálculos de radioenlaces, para as diversas faixas de frequências, e técnicas de modulação, bem como outros resultados do subprojeto SISTEM, serão apresentados no relatório da primeira fase do Projeto.

2.2 - SUBPROJETO ESPECS

A elaboração de especificações de desempenho e de projeto para as estações terrenas foi orientada pelos seguintes princípios:

- atendimento a requisitos ambientais, de desempenho e outros apresentados no GT INPE/Forças Armadas;
- adoção de soluções técnicas modernas, mas compatíveis com a realização no Brasil;
- utilização da experiência, anteriormente adquirida pelo INPE, na engenharia de estações terrenas.

Este subprojeto estará concluído em algumas semanas, com a preparação do relatório da primeira fase do Projeto, em cujo texto figurarão diagramas de blocos para as diversas opções consideradas e especificações para os subsistemas, em nível de detalhe compatível com o estado atual dos trabalhos e suficiente para a continuação.

2.3 - SUBPROJETOS ANTRIF e BANBAS

Bons resultados vêm sendo alcançados no desenvolvimento de subsistemas para estações terrenas. Tende a acelerar-se, esse desenvolvimento com a definição das especificações e com a chegada de certos instrumentos de laboratório e componentes eletrônicos anteriormente encomendados.

Todos os subsistemas de RF, já em desenvolvimento, são destinados às faixas de 4 e 6 GHz, mas está sendo agora iniciado o trabalho correspondente para 12 e 14 GHz. Quanto aos circuitos de baixa frequência, os subsistemas para FM estão ligeiramente mais adiantados que aqueles para modulação digital. Entretanto, grande parte dos subsistemas são comuns às diversas opções.

A seguir são listados alguns dos subsistemas que já vem sendo objeto de trabalhos de laboratório:

- a) Desenvolvimento mais adiantado:

- refletor principal para antena de 4/6 GHz (indústria);
- alimentador de antena para 4/6 GHz;
- sintetizador de frequências;
- modulador FM (em 75 MHz).

b) Desenvolvimento menos adiantado:

- polarizador e duplexador 4/6 GHz;
- amplificador de baixo ruído 4 GHz;
- multiplicadores de frequências;
- misturadores;
- codificadores e decodificadores delta para voz;
- codificadores e decodificadores corretores de erros;
- circuitos de pre-ênfase e compensação de voz.

c) Desenvolvimento incipiente:

- sub-refletor 4/6 GHz (indústria);
- amplificador de potência em 2 GHz (para transmissor em 6 GHz);
- demodulador FM;
- demodulador CBPSK;
- demodulador CQPSK;
- filtros diversos.

O desenvolvimento de alguns outros subsistemas, dentre os quais os moduladores BPSK e QPSK em 6 GHz e o amplificador de baixo ruído em 12 GHz, deverá ser iniciado brevemente.

2.4 - SUBPROJETOS ESTRUT e TERMAR

O subprojeto ESTRUT consiste em um estudo sobre o emprego de programas de cálculo estrutural em computador (dos quais o programa Nastran, da NASA, é um exemplo), para o projeto mecânico de médias e

grandes antenas refletoras, que são utilizadas em comunicações espaciais (estações terrenas), bem como em radioenlaces terrestres por tropodifusão. Este estudo foi adiado para a segunda fase do Projeto, por depender da contratação, ainda não acertada, de um ou dois consultores especializados; entretanto já foram identificados três possíveis consultores brasileiros, interessados no assunto e capacitados à tarefa. Razões secundárias para o adiamento foram uma transferência de recursos do primeiro para o segundo ano do Convênio, determinada pelo órgão financiador, e a planejada aquisição de computadores novos e maiores pelo INPE e pelo CTA.

O subprojeto TERMAR é a primeira etapa (estudo preliminar) do projeto prioritário referente a terminais marítimos para comunicações por satélite, que estará a cargo do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM). Devido a limitações na sua disponibilidade de pessoal técnico, o IPqM não esteve representado no Grupo de Trabalho INPE/Forças Armadas durante a primeira fase do Projeto. O representante da Diretoria de Armamento e Comunicações da Marinha (DACM), no GT, esclareceu que a realização do subprojeto TERMAR pelo IPqM não é possível, no momento, sem a contratação de uma equipe técnica para essa finalidade, possivelmente através do INPE. Por este motivo, a realização deste subprojeto foi adiada para a segunda fase. A Gerência do Projeto sugeriu um temário para o relatório final do subprojeto TERMAR, a título de orientação para o estudo. O temário foi apresentado ao GT INPE/Forças Armadas e será encaminhado ao IPqM pelo representante da DACM no GT. O temário consta do presente relatório como apêndice.

3. CRONOGRAMA

O cronograma revisado para o Projeto, com base no andamento dos trabalhos conforme discutido na última seção precedente, é apresentado no diagrama de barras e marcos das páginas seguintes. O término do Convênio 540/CT ocorre no fim do último trimestre representado no diagrama (abril-junho 1980).

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: ESTAÇÕES TERRENAS

DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I (*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Subprojeto SISTEM 1,2 Reuniões para exame do progresso (REP) 3 Relatório da primeira fase 4 REP		▼	1		2 3		4	
Subprojeto ESPECS 1 Relatório final com especificações de <u>sempenho e de projeto.</u>		▼	□			● 2		
Subprojeto ESTRUT							▼	
Subprojeto TERMAR							▼	

CONVENÇÃO: ▼ Início Planejado □ Término Planejado ○ Novo Início Planejado
 ▼ Início Real ■ Término Real ● Novo Término Planejado

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: ESTAÇÕES TERRENAS

DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I(*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<p>Subprojeto ANTRIF</p> <p>1 Primeiros experimentos com circuitos 4/6 GHz</p> <p>2, 3, 5, 7, 8 REP</p> <p>4 Relatório da primeira fase</p> <p>5 Primeiros experimentos com circuitos 12/14 GHz</p> <p>6 Realização de subsistemas 4/6 GHz</p>		▼	1	2	3 4	5	6 7	8
<p>Subprojeto BANBAS</p> <p>1 Experimentos com sintetizadores, moduladores FM</p> <p>2, 3, 5, 7, 8 REP</p> <p>4 Relatórios da primeira fase</p> <p>4 Experimentos com codecs delta</p> <p>6 Experimentos com demoduladores FM e PSK, circuitos de áudio, codecs corretores de erros</p> <p>8 Realização de subsistemas analógicos e digitais.</p>		▼	1	2	3 4	5	6 7	8

CONVENÇÃO: ▼ Início Planejado □ Término Planejado ○ Novo Início Planejado
 ▼ Início Real ■ Término Real ● Novo Término Planejado

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: ESTAÇÕES TERRENAS

DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I(*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<p>Subprojeto INDUST</p> <p>1 Elaboração do programa para levantamento industrial preliminar.</p> <p>2 REP com exame dos resultados de visitas a empresas e outros dados, revisão do programa de levantamento</p> <p>3 REP</p> <p>Subprojeto MONTES</p> <p>Este subprojeto será iniciado após o término de ANTRIF e BANBAS, previsto para fevereiro 1981.</p>			V			O	2	

CONVENÇÃO: V Início Planejado □ Término Planejado O Novo Início Planejado
 V Início Real ■ Término Real ● Novo Término Planejado

4. CONCLUSÃO

O andamento dos trabalhos do Projeto Estações Terrenas de Comunicações, principalmente no referente ao desenvolvimento tecnológico em laboratórios do INPE, permite prever que seus objetivos serão atingidos, com a montagem e teste de protótipos de estações terrenas de pequeno porte, utilizáveis em aplicações das Forças Armadas, dentro de aproximadamente dois anos.

APÊNDICE A

SUBPROJETO TERMAR

LISTA DE TEMAS PARA O ESTUDO PRELIMINAR E ÍTENS CORRESPONDENTES DO RELATÓRIO

A.1 - INTRODUÇÃO

Introdução ao problema e histórico do subprojeto. Apresentação deste relatório (breve descrição do seu conteúdo).

A.2 - SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES DO SERVIÇO MÓVEL MARÍTIMO POR SATÉLITE

A.2.1 - CARACTERIZAÇÃO DO SERVIÇO

Definição, funções desempenhadas, aspectos regulamentares básicos.

A.2.2 - SISTEMAS PREVISTOS

Panorama dos sistemas de comunicações do SMMS programados para funcionamento a partir da próxima década e considerações sobre sua evolução provável (até pelo menos o ano 2000). Caráter internacional, regional ou nacional dos sistemas e suas áreas de cobertura. Caráter funcional geral, ou apenas militar, ou apenas civil. Faixas de frequências a serem utilizadas, canalização, tipos de acesso e modulação, características técnicas principais (p. ex. EIRP, G/T), etc., para os sistemas citados.

Esta seção, cujos dados já são conhecidos, será bastante pormenorizada e completa. Pode ser dividida em subseções.

A.2.3 - PARTICIPAÇÃO DO BRASIL

Órgãos e entidades brasileiras envolvidos ou com interesse no problema. Interesse da utilização de um ou mais dos sistemas internacionais descritos na seção 2.2 por navios brasileiros. Implicações dessa utilização, ou da não utilização, no período 1985-2000.

Tipos de navios e de navegação que deveriam ou poderiam utilizar terminais embarcados para comunicações por satélite. Estimativa do número de terminais em navios brasileiros em 1990 (ou 1995) admitindo sua franca disponibilidade a um custo instalado P ou 10 P (sendo P o menor custo considerado plausível).

A.3 - TERMINAIS MARÍTIMOS

A.3.1 - DESCRIÇÃO GERAL

Diagrama de blocos do terminal típico para o sistema ou sistemas que efetivamente interessam ao Brasil, incluindo a parte eletromecânica de estabilização. Principais especificações gerais e ambientais.

A.3.2 - SUBSISTEMAS ELETRÔNICOS DE TELECOMUNICAÇÕES

Caracterização mais detalhada. Citação de opções técnicas, se houver.

A.3.3 - ANTENA E SUBSISTEMAS DE ESTABILIZAÇÃO E CONTROLE

Caracterização da parte mais especial dos terminais embarcados, os subsistemas eletrônicos, elétricos e mecânicos encarregados de manter o apontamento da antena para um satélite geoestacionário. Apresentação do problema técnico em certo nível de pormenores, se necessário em anexo ou apêndice ao relatório.

Apresentação de algumas especificações normalmente adotadas para o sistema, p. ex. o máximo erro angular RMS aceitável

no apontamento da antena e a caracterização espectral das oscilações do convés de um navio.

A.4 - VIABILIDADE DO DESENVOLVIMENTO E INDUSTRIALIZAÇÃO NO BRASIL

- a) Aspectos Gerais.
- b) Subsistemas Eletrônicos de Telecomunicações.
- c) Antena e Subsistemas de Estabilização e Controle.
- d) Exame Particular dos Pontos Difíceis e Novas Tecnologias.
- e) Levantamento Industrial Preliminar.

A.5 - CONCLUSÕES

As conclusões referir-se-ão, principalmente, ao assunto do capítulo 4.