

Dr. Aldemir

CONFIDENCIAL

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT

PROPOSTA DE REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO BRASILEIRO
DE SENSORIAMENTO REMOTO - BRESEX

São José dos Campos

DEZEMBRO 1985

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
CAPÍTULO 1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
CAPÍTULO 2 - <u>DETALHAMENTO TÉCNICO</u>	5
2.1 - Descrição do Experimento.....	5
2.2 - Módulo Optomecânico da Câmera.....	11
2.3 - Arquitetura Eletrônica.....	13
2.4 - Objetivos Científicos.....	18
CAPÍTULO 3 - <u>PLANO DE EXECUÇÃO</u>	25
3.1 - Atribuições do INPE e da NASA.....	25
3.2 - Organização do Programa.....	26
3.3 - Cronograma.....	29
3.4 - Previsão Orçamentária.....	34
CAPÍTULO 4 - <u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	37

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Em visita oficial ao Brasil, no final de 1982, o Presidente norte-americano Ronald Reagan ofereceu ao governo brasileiro a oportunidade de ter a bordo do "Ônibus Espacial" da NASA um tripulante brasileiro. No decorrer de 1983 o INPE negociou com a NASA a transformação desta oferta presidencial num programa de cooperação técnico-científica que visaria a realização de um experimento de sensoriamento remoto - denominado BRESEX (Experimento Brasileiro de Sensoriamento Remoto) - por ocasião do voo deste primeiro astronauta brasileiro. A execução de um tal experimento implicaria a presença a bordo, na realidade, de um "Especialista de Carga Útil", ou seja, de um técnico com profundo conhecimento do equipamento envolvido e das finalidades científicas e tecnológicas da missão.

No experimento BRESEX um protótipo da Câmera Multiespectral que o INPE está desenvolvendo para a Missão Espacial Completa Brasileira - MECB - seria utilizado a bordo do "Ônibus Espacial" para a obtenção e gravação em fita magnética de imagens de regiões tropicais em geometrias inéditas de apontamento e iluminação solar. Os dados de tal forma obtidos serão de grande utilidade para o avanço das técnicas de interpretação de imagens de sensoriamento remoto orbital.

Haveria então para o Brasil um grande retorno tecnológico e científico nesta oportunidade, e não somente o fato, de per si notável, de dar início a uma participação brasileira em voos orbitais tripulados.

Ao contrário de vários outros países que tiveram a oferta de participar na tripulação a bordo do "Ônibus Espacial" em associação a um lançamento comercial de um satélite nacional, o Brasil seguiria, com o BRESEX, o exemplo do Canadá (que contribuiu com o "Braço de Manipulação Remota") e da Comunidade Européia (que projetou e fabricou o Spacelab), desenvolvendo um equipamento que, pelo seu interesse científico ou tecnológico, justifica uma cooperação mais profunda, e sem troca de divisas, com a NASA.

Após vários intercâmbios técnicos entre o INPE e a NASA, foi decidido recentemente que o BRESEX deverá fazer parte do quarto voo de uma série de onze voos da Missão EOM (Earth Observation Mission), a ser iniciada em 1986. A integração do BRESEX à carga útil EOM-4 abre, portanto, uma interessante perspectiva de continuidade do programa de cooperação com a NASA. Do lado norte-americano, porém, a possibilidade de participação do BRESEX em outros voos da série EOM depende inteiramente do sucesso do primeiro voo e da obtenção de bons resultados científicos que abram novas possibilidades de avanços significativos na compreensão e na interpretação de dados de sensoriamento remoto.

Vale salientar, mais uma vez, que o BRESEX é uma atividade técnico-científica conjunta INPE/NASA, numa cooperação caracterizada pela total ausência de troca de divisas no que diz respeito à execução do experimento e ao treinamento e voo do Especialista de Carga Útil brasileiro. O valor total de investimentos por parte da NASA será provavelmente bem maior do que do lado brasileiro, e tem justificativa no genuíno interesse científico dos parceiros americanos no programa.

Cabe lembrar também que, pelas razões históricas envolvidas na origem desta cooperação, trata-se de uma oportunidade mais única do que rara para aproveitar uma abertura da NASA e obter grandes benefícios em termos de transferência de tecnologia, experiência com os procedimentos e as metodologias espaciais norte-americanas, e motivação e amadurecimento das equipes brasileiras. Esta experiência, adiantará em muitos anos o progresso do INPE em várias áreas de sua atuação, colocando o País num patamar tecnológico espacial que não poderia ser alcançado sem o BRESEX.

CAPÍTULO 2

DETALHAMENTO TÉCNICO

2.1- DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

O Experimento Brasileiro de Sensoriamento Remoto (BRESEX), consistirá basicamente na utilização de uma Câmera Multiespectral optoeletrônica a bordo do "Ônibus Espacial" norte-americano para a obtenção de imagens do solo brasileiro em três canais espectrais. Tal Câmera, inteiramente projetada no INPE, terá algumas características inéditas, e principalmente a capacidade de apontamento variável, para frente e para trás, conforme ilustrado na Figura 2.1. Isto possibilitará a obtenção de imagens de uma mesma região da superfície terrestre, para diferentes ângulos de visada. Importantes estudos serão desenvolvidos com as imagens assim obtidas, que levarão a um conhecimento mais profundo dos diversos fenômenos geo e biofísicos envolvidos na teledetecção de recursos naturais por sensores instalados em plataformas orbitais. Convém ressaltar que esta característica de apontamento variável da Câmera é de grande interesse para as comunidades científicas brasileira e estrangeiras da área de sensoriamento remoto, pelo fato de fornecer, pela primeira vez, medidas orbitais de reflectância bidirecional de alvos naturais.

O BRESEX será um dos experimentos de uma Missão, patrocinada pela NASA, cujo objetivo científico principal será o estudo anual do sol e da atmosfera terrestre. Tal missão, chamada "Earth Observation Mission" (EOM), será executada por diferentes experimentos científicos, distribuídos sobre uma plataforma conforme mostrado na Figura 2.2.

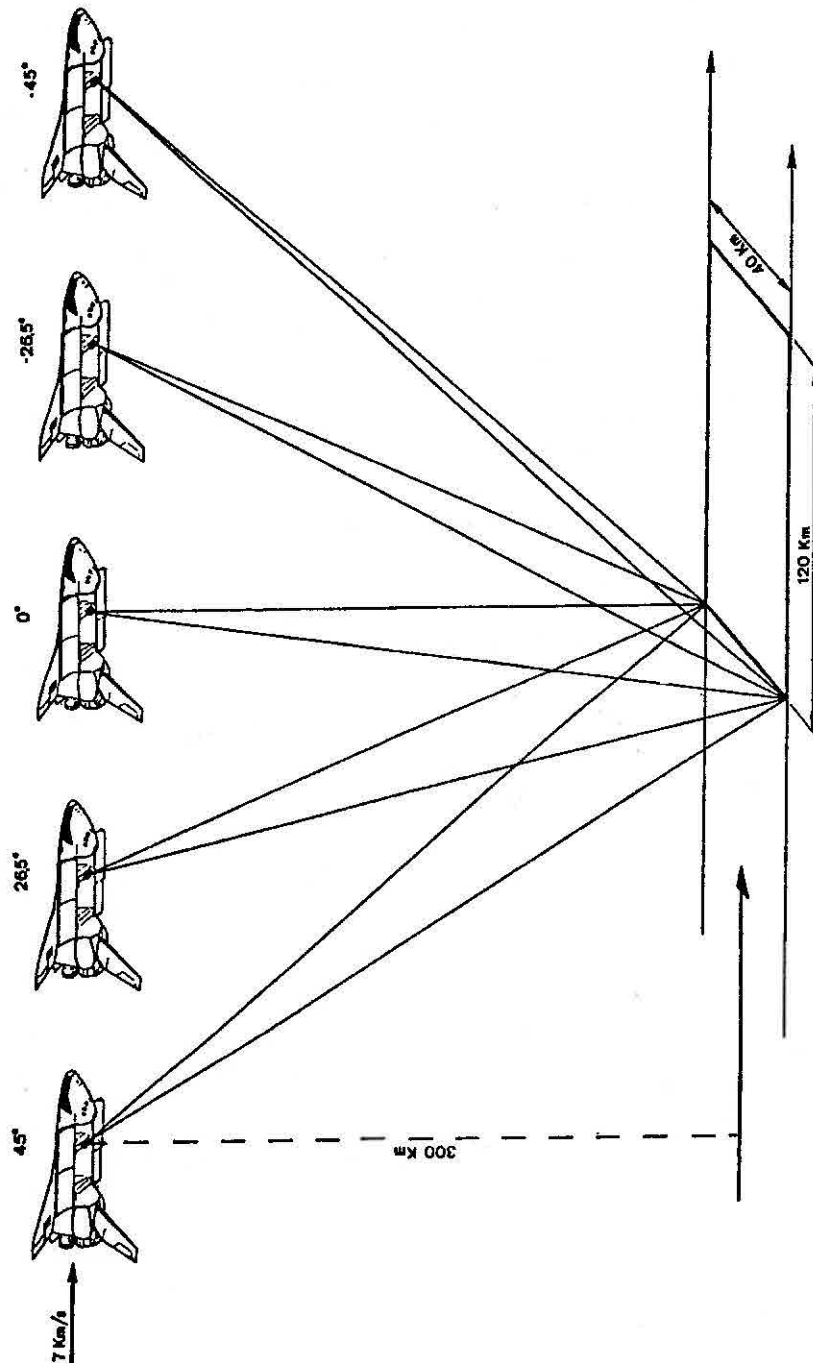


Fig. 2.1 - Modos de imageamento da Câmera Multiespectral do BRESEX.

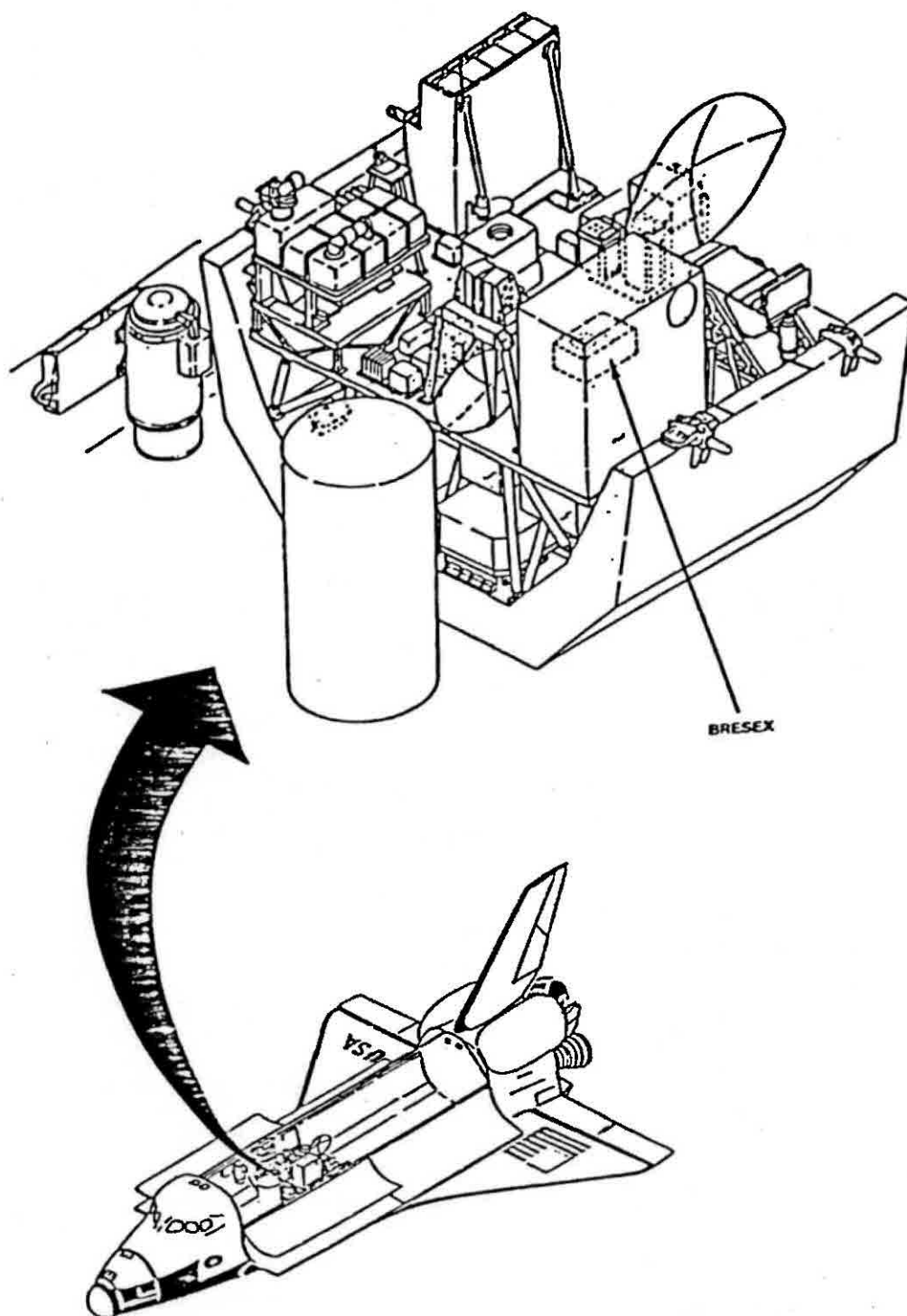


Fig. 2.2 - Configuração de experimentos prevista para a Missão EOM-4.

Esta figura foi preparada pela firma Teledyne Brown Engineering, sob contrato da NASA, com o intuito de estabelecer a viabilidade de acomodação física dos doze experimentos previstos para o quarto voo da Missão, como primeiro passo no processo de integração da Carga Útil no "Ônibus Espacial".

A Câmera Multiespectral do BRESEX deverá fornecer imagens simultâneas em três faixas espectrais, cujas especificações são:

- Banda 1: 0.47 - 0.53 μ m (azul)
- Banda 2: 0.63 - 0.68 μ m (vermelho)
- Banda 3: 0.83 - 0.91 μ m (infravermelho próximo)

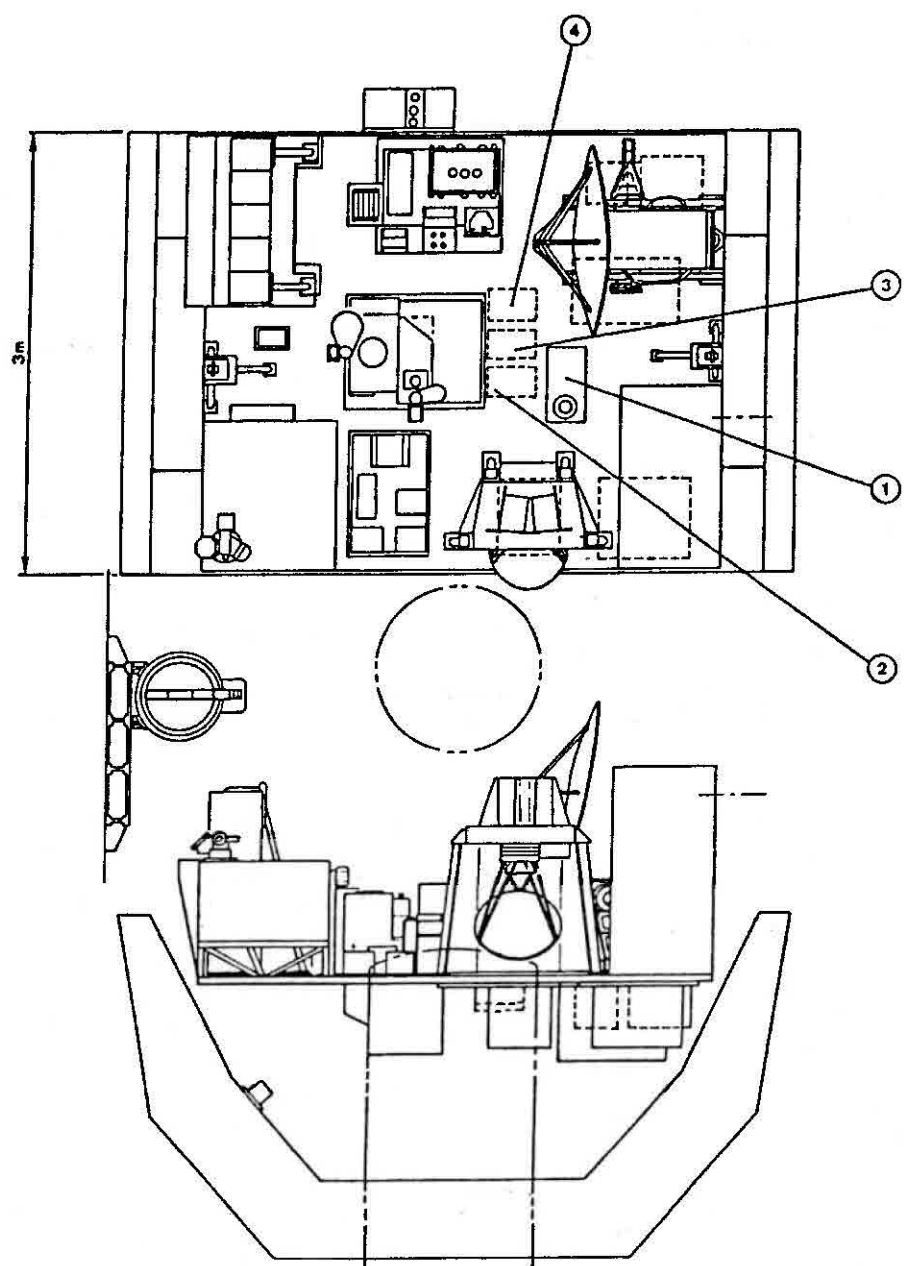
A resolução espacial da Câmera deverá ser de 20m para uma altura de voo de 300km, sendo imageada uma faixa no solo de 40km de largura. Sua resolução radiométrica deverá ser melhor que 1%. Além da característica de apontamento frente-trás, está sendo estudada a opção da Câmera possuir também capacidades de apontamento variável lateral. Esta opção aumentaria a possibilidade de selecionar, em cada órbita, áreas com baixo índice de cobertura de nuvens para a tomada de dados, mas ainda é necessário avaliar detalhadamente questões de custo/benefício para a tomada de uma decisão final quanto à inclusão desta opção.

O BRESEX consistirá de vários equipamentos, de tecnologia altamente sofisticada, que deverão atender a especificações extremamente rígidas, que garantam o bom funcionamento de cada subsistema quando em órbita, exposto ao vácuo, à radiação ionizante e a amplos ciclos térmicos, após ter sido submetido às severas condições de vibração e aceleração associadas ao lançamento. Além disto os subsistemas do BRESEX deverão atender às rígidas normas de segurança exigidas pela NASA, já que o "Ônibus Espacial" é uma nave tripulada.

Os subsistemas que compõem o BRESEX são os seguintes:

- Câmera Multiespectral, constituída de duas partes:
 - . Módulo Optomecânico e
 - . Módulo Eletrônico
- Computador de Supervisão de Bordo
- Módulo de Potência

Todos os subsistemas do BRESEX serão fixados a uma plata forma horizontal, conforme ilustrado na Figura 2.3, que faz parte de uma estrutura modular padrão, que por sua vez é presa à Baía de Carga do Veículo Orbital.

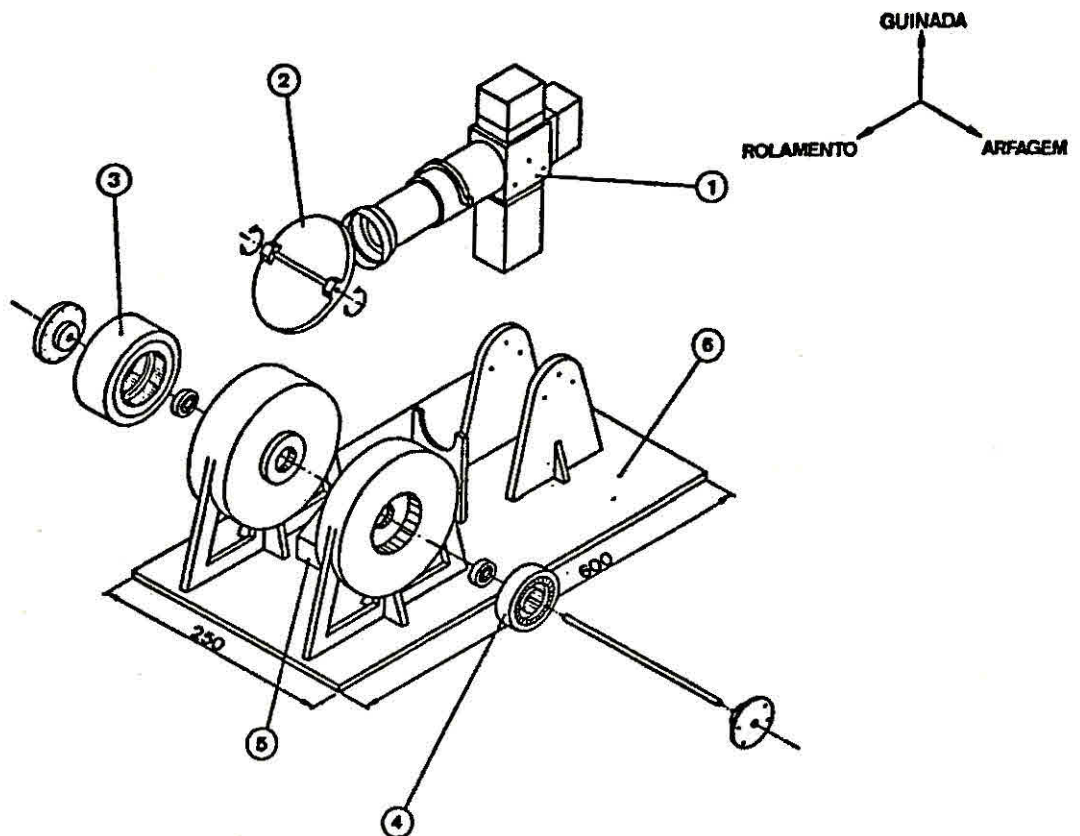


1. Módulo Optomecânico da Câmera Multiespectral.
2. Módulo Eletrônico da Câmera Multiespectral.
3. Computador de Supervisão de Bordo.
4. Módulo de Potência.

Fig. 2.3 - Detalhamento da montagem dos subsistemas do BRESEX na plataforma de experimentos da Missão EOM-4.

2.2 - MÓDULO OPTOMECÂNICO DA CÂMERA

O Módulo Optomecânico da Câmera (MOC) do BRESEX, cuja vista explodida está mostrada na Figura 2.4, é constituído das seguintes partes: módulo optoeletrônico (1), espelho plano móvel (2), motor de passo controlado (3), codificador angular (4), fonte de calibração (5) e base (6). Deverá haver também uma tampa superior (não mostrada na Figura) em forma de paralelepípedo com abertura para a entrada da luz proveniente da cena imageada, que encobre e protege (inclusive termicamente) todo o conjunto. O módulo optoeletrônico (1) compõe-se de um telescópio (distância focal de 195mm e abertura f/3,5) acoplado a um prisma dicrôico. O telescópio coleta e focaliza a luz proveniente da cena imageada enquanto o prisma dicrôico separa as bandas espectrais e envia a luz para os detetores fotossensíveis que registram a imagem. O módulo optoeletrônico inclui também uma parte eletrônica de acionamento dos detetores e pré-amplificação do sinal gerado. Os sensores utilizados são redes lineares de 2048 fotodetetores de silício fabricados com tecnologia CCD, do inglês "Charge Coupled Device". O espelho plano (2), que permite a visada frente-trás da Câmera, é movimentado por um motor elêtrico de passo controlado (3), sendo sua posição monitorada, com grande precisão, através de um codificador angular (4). Os sensores CCD podem ser testados e calibrados em vôo através de uma fonte luminosa contida na caixa de calibração (5). Todos os componentes são montados sobre uma base (6), que fornece a rigidez e o alinhamento necessários ao conjunto, permitindo que este suporte todas as cargas de lançamento, mantendo inalteradas as tolerâncias de alinhamento e montagem.



1. Módulo optoeletrônico (telescópio, separador espectral e planos focais com sensores CCD).
2. Espelho móvel para mudança de apontamento frente-trás.
3. Motor de passo controlado para rotação do espelho.
4. Codificador angular para leitura do ângulo de apontamento do espelho.
5. Fonte luminosa para calibração em voo dos detetores CCD.
6. Base.

Fig. 2.4 - Uma das configurações mecânico-estruturais estudadas preliminarmente para o Módulo Optomecânico da Câmera Multiespectral. A figura mostra o espelho (2) em posição de teste, enviando para o telescópio o sinal da fonte luminosa de calibração (5). A operação em voo se dará com o espelho virado de 90° , apontando assim a Câmera para a Terra, com o Veículo Orbital em posição invertida. As dimensões indicadas estão em milímetros.

A base do MOC deverá ser feita de alumínio (ligas 2024 ou 7075), eventualmente na forma de estrutura em sanduíche. Na confecção do módulo optoeletrônico serão conjugados vários materiais a serem definidos no decorrer do projeto detalhado, para assegurar a necessária estabilidade térmica.

2.3 - ARQUITETURA ELETRÔNICA

O diagrama de blocos da Figura 2.5 mostra o interfaceamento elétrico dos subsistemas do BRESEX entre si, bem como o interfaceamento destes com os aviônicos do Veículo Orbital. O funcionamento da Câmera Multiespectral é comandado pelo Computador de Supervisão de Bordo. O Módulo de Potência converte a tensão não-regulada de 28VDC fornecida pelo Veículo Orbital em diversas tensões reguladas necessárias ao funcionamento dos subsistemas do BRESEX.

O acionamento dos subsistemas do BRESEX em órbita será coordenado pelo Computador de Supervisão de Bordo, que receberá da Terra ou da cabine de comando do Veículo Orbital as instruções necessárias à correta operação da Câmera Multiespectral. Estas instruções serão formuladas em tempo real por equipes de cientistas e engenheiros no solo, levando em conta principalmente dados meteorológicos, e serão encaminhadas ao Computador de Supervisão de Bordo através de equipamentos de suporte do Veículo Orbital, quais sejam o Computador do Experimento (EC) e a Unidade de Aquisição Remota (RAU).

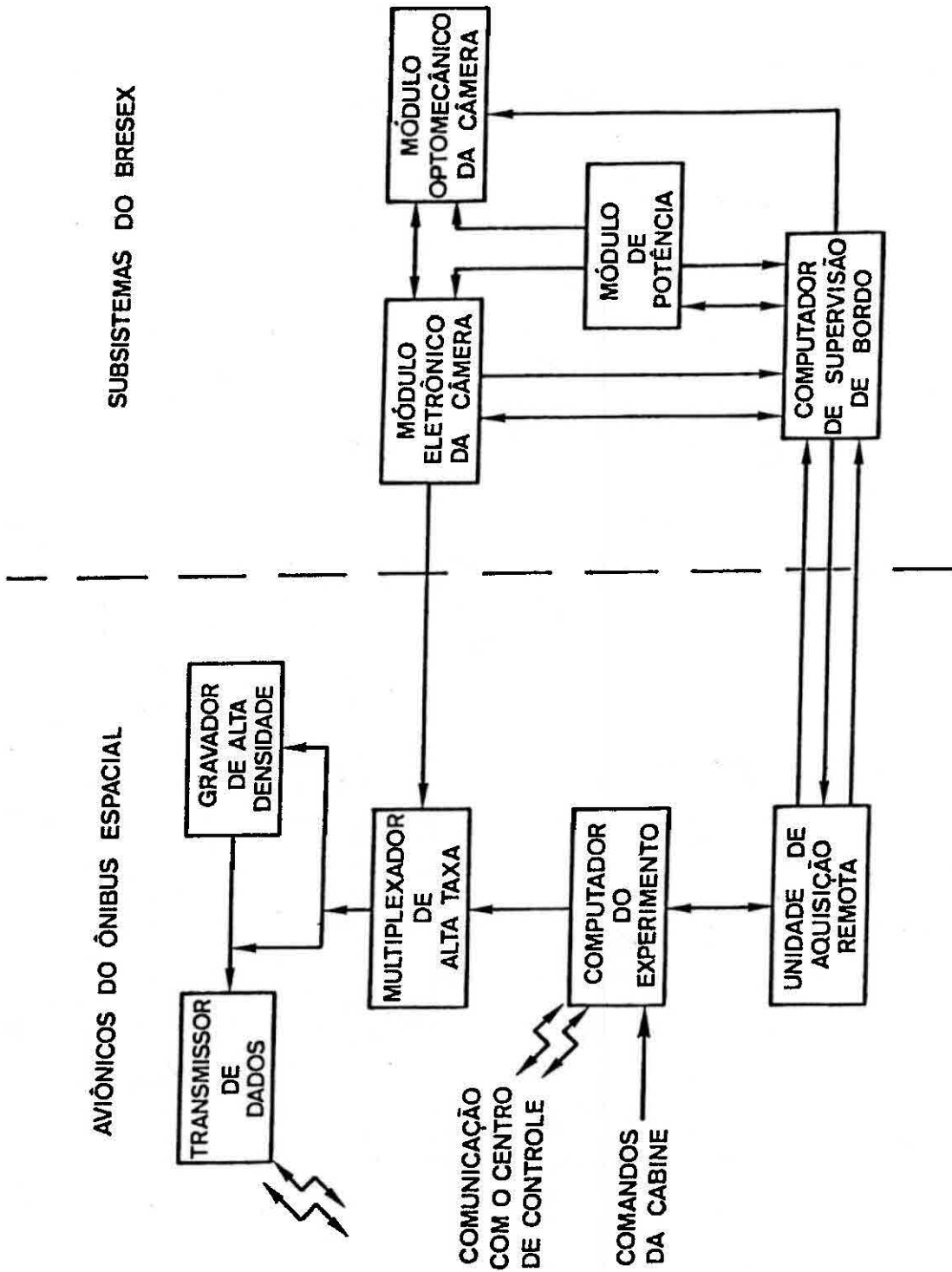


Fig. 2.5 - Diagrama de blocos dos subsistemas do BRESEX e de suas interfaces com os aviônicos do "Ônibus Espacial"

O sinal de saída da Câmera, em forma digital e na taxa de 18MBPS, contendo os dados de imageamento, será gravado a bordo do Veículo Orbital ou transmitido para Terra para gravação e análise em tempo real.

A Figura 2.6 mostra o diagrama de blocos da eletrônica da Câmera distribuída nos Módulos Optomecânico e Eletrônico. A saída de cada elemento sensor da Câmera, uma para cada canal espectral, é amplificada, digitalizada e, em seguida, multiplexada com as saídas dos outros sensores. A saída final da Câmera é apresentada na forma serial, com formatação e codificação adequadas à gravação em fita magnética a bordo ou à transmissão para a Terra via telemetria.

O diagrama de blocos do Computador de Supervisão de Bordo está mostrado na Figura 2.7. As principais tarefas executadas por este subsistema consistem em controlar e monitorar a Câmera Multiespectral e receber os comandos e os dados necessários para estas funções. Exemplos de dados adquiridos pelo Computador de Supervisão de Bordo são os de efeméride (GMT e atitude do Veículo Orbital), que são fornecidos pelo Computador do Experimento, e que devem ser anexados aos dados de vídeo da Câmera para que seja possível processar adequadamente as imagens obtidas durante o voo.

A Tabela 2.1 mostra as dimensões físicas e o peso de cada subsistema, bem como os valores das potências elétricas consumidas.

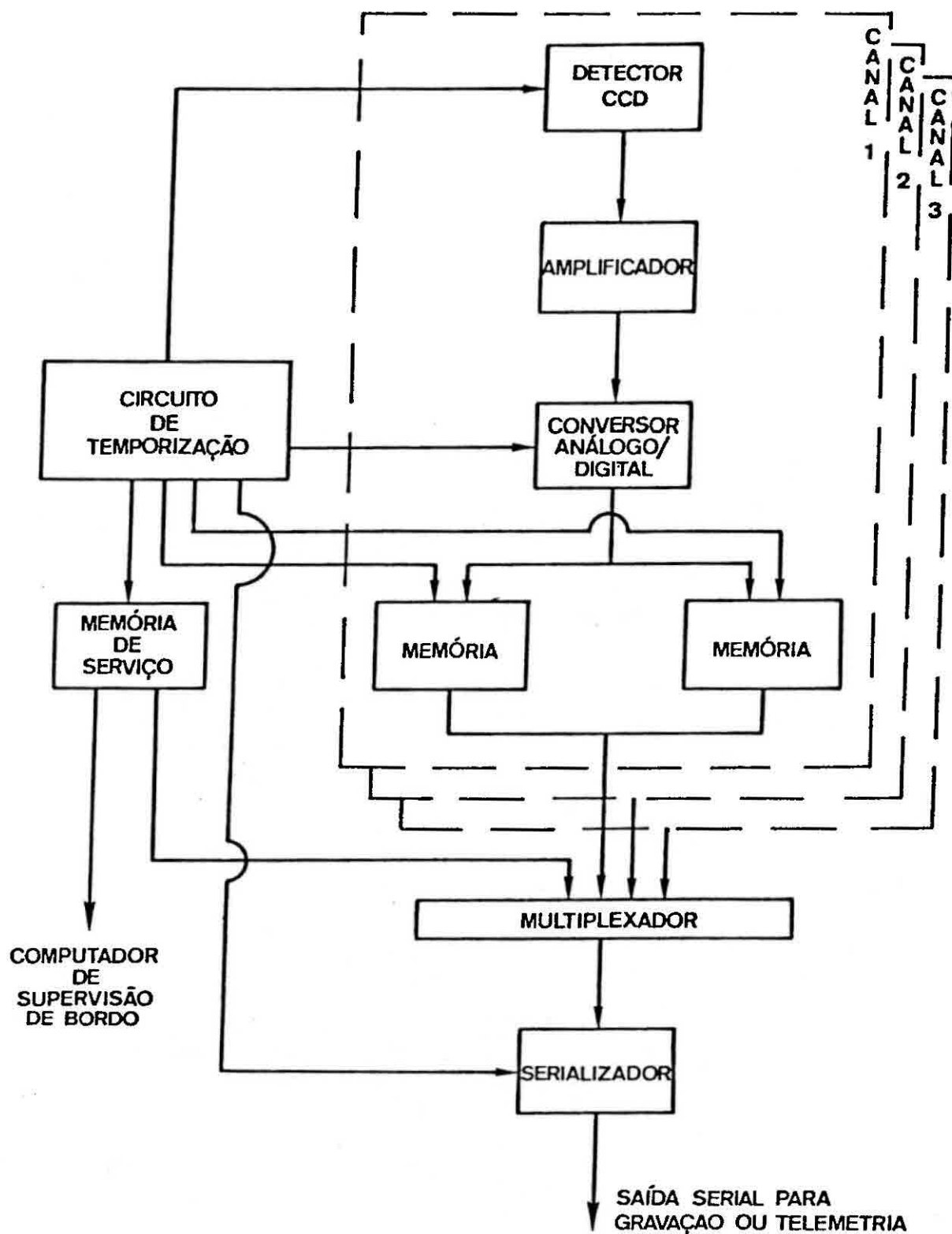


Fig. 2.6 - Diagrama de blocos da eletrônica da Câmera Multiespectral.

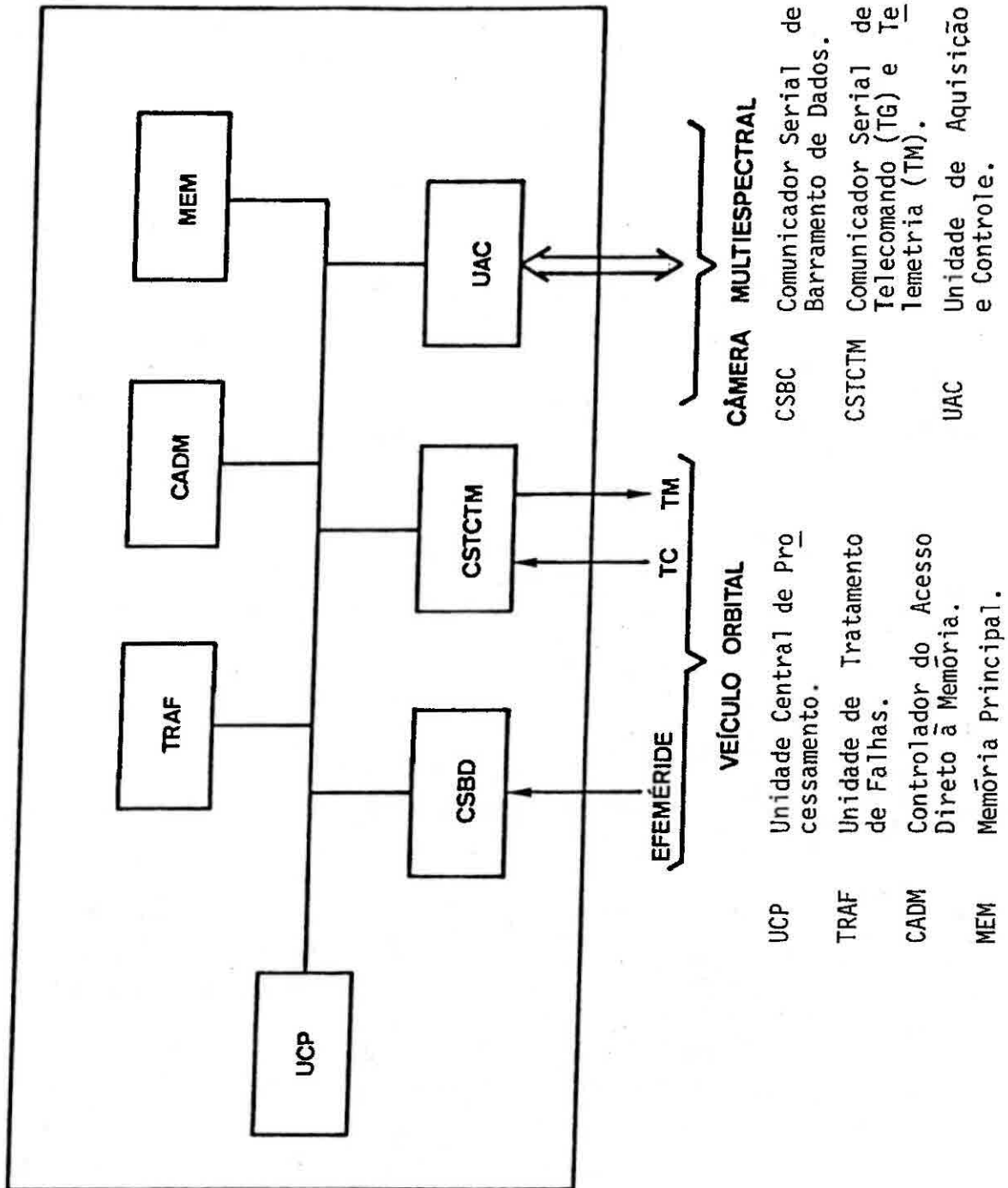


Fig. 2.7 - Diagrama de blocos do Computador de Supervisão de Bordo.

TABELA 2.1

SUBSISTEMAS DO BRESEX: DIMENSÕES, PESO E POTÊNCIA CONSUMIDA

SUBSISTEMA	DIMENSÕES (mm)	PESO (kg)	POTÊNCIA CONSUMIDA (W)
Câmera Multiespectral			
. Módulo Optomecânico	600 x 250 x 300	15	30
. Módulo Eletrônico	300 x 250 x 200	15	20
Computador de Supervisão de Bordo	300 x 200 x 100	08	10
Módulo de Potência	300 x 200 x 150	20	40

2.4 - OBJETIVOS CIENTÍFICOS

Os objetivos científicos do experimento BRESEX, sucinta_{mente} mencionados na primeira seção deste Capítulo, e alcançáveis com um instrumento que possua as características técnicas do BRESEX, são:

- avaliar o desempenho radiométrico, espectral e geométrico das ima_{gens} obtidas em termos de aplicações à Agricultura, Geologia, So_{los}, Uso da Terra, Hidrologia, Processos Costeiros e Cobertura Vegetal em todos os domínios morfoclimáticos e fitogeográficos do território brasileiro;
- investigar os efeitos de diferentes ângulos de visada da Câmera e de iluminação do sol, sobre a radiometria e geometria das ce_{nas} imageadas, visando otimizar o processamento e a análise das imagens;

- avaliar o impacto da resolução espacial e da estereoscopia obtidas pela Câmera Multiespectral na discriminação de alvos naturais;
- avaliar o sinergismo da Câmera Multiespectral com outros sensores que voarão junto com o BRESEX.

Para assegurar que os objetivos científicos acima descritos sejam alcançados, especial atenção deverá ser dada aos seguintes aspectos:

- as especificações técnicas da Câmera Multiespectral do BRESEX deverão ser da mais alta qualidade, principalmente quanto à relação sinal/ruído, nível de detecção do contraste mínimo, calibração radiométrica do sistema sensor e desempenho de apontamento;
- realização de estudos de refletância bidirecional, ao nível de campo e aeronave, em diversos tipos de alvos e condições da superfície para comparação e calibração dos dados orbitais obtidos pelo Experimento;
- implantação de programa de estímulo e capacitação visando assegurar a participação de diversas entidades e universidades brasileiras em todas as fases do Projeto.

A escolha das três bandas espectrais da Câmera do BRESEX, descritas a seguir, foi feita levando-se em consideração o comportamento espectral dos principais alvos terrestres de interesse para as aplicações brasileiras e os efeitos atmosféricos mais importantes, confor

me ilustrado na Figura 2.8. É importante salientar que as bandas espectrais do BRESEX apresentam significativas diferenças em relação às bandas de outros sistemas imageadores utilizados atualmente em satélites operacionais.

- Banda 1 (0.47 a 0.53 μ m) (azul)

Esta banda presta-se muito bem a estudos que envolvem corpos d'água, pois se encontra ao redor do comprimento de onda de maior penetração da radiação luminosa na água (0.475 μ m). Pode ser utilizada em estudos de regiões costeiras, de reservatórios e rios, envolvendo a dinâmica do transporte de sedimentos. Esta banda pode também ser útil em determinações batimétricas de pequena profundidade, e em alguns problemas ecológicos de poluição e relacionados com a qualidade da água.

Como esta banda cobre também uma faixa de absorção da clorofila e do pigmento caroteno, ela pode contribuir na detecção de variações do volume de biomassa verde. Entretanto, esta banda está sujeita à grande interferência atmosférica (espalhamento e absorção), o que limita a diferenciação entre alvos com baixo contraste radiométrico.

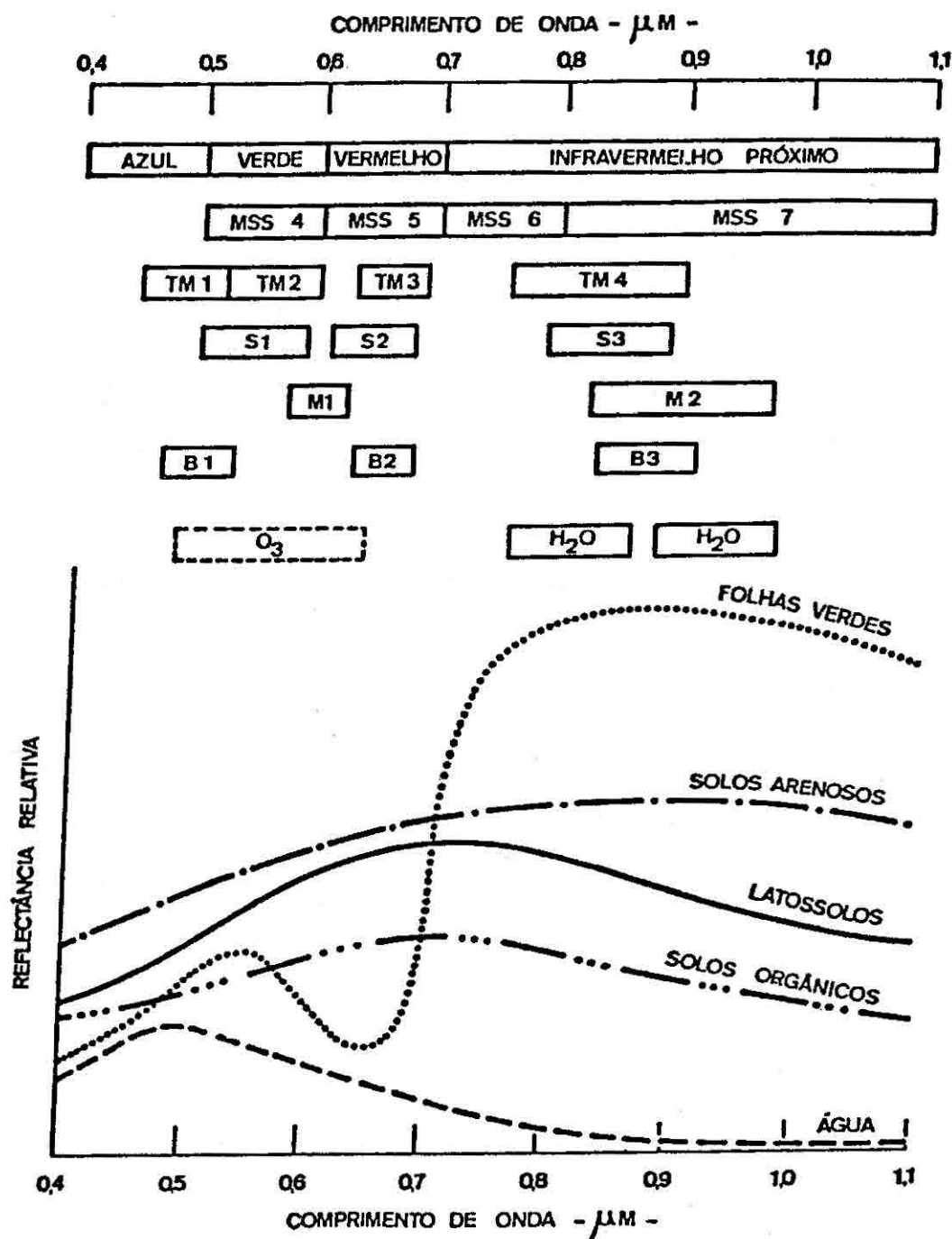


Fig. 2.8 - Representação gráfica dos intervalos espectrais das Bandas dos sistemas sensores BRESEX (B1, B2, B3), MOMS (M1, M2), SPOT (S1, S2, S3), LANDSAT-TM (TM1, TM2, TM3, TM4) e LANDSAT-MSS (MSS4, MSS5, MSS6, MSS7) com parados aos picos de absorção atmosférica pelo ozônio e vapor d'água, e comportamento espectral relativo de folhas, água, solos arenosos, orgânicos e de latossolos, típicos de regiões tropicais.

- Banda 2 (0.63 a 0.68 μ m) (vermelho)

Esta faixa espectral visa cobrir o pico de absorção da clorofila. Devido a este fato, estudos relacionados à vegetação e uso do solo são facilitados visto haver grande contraste radiométrico entre as áreas com completa cobertura vegetal e aquelas onde o solo afeta a radiação da cena, principalmente no caso de solos com baixo teor de umidade e matéria orgânica. Portanto, esta banda é apropriada para a observação de atividades antrópicas (áreas desmatadas, estradas, irrigação) e realização de estudos geobotânicos e fenológicos.

Em termos de efeitos atmosféricos, esta faixa tem menos problemas de espalhamento do que a anterior, porém sofre pequena perda de energia devido à absorção por ozônio ao redor de 0.57 μ m.

- Banda 3 (0.83 a 0.91 μ m) (infravermelho próximo)

A terceira banda complementa a anterior, devido à elevada refletância da vegetação neste intervalo, e se relaciona à estrutura celular das folhas. É portanto apropriada à diferenciação entre vegetação e solos, principalmente aqueles com alto teor de ferro, umidade e matéria orgânica. Os aspectos topográficos são bastante realçados pelo contraste entre áreas sombreadas e áreas de alta refletância (vegetação e solo). Da mesma maneira, a delimitação de corpos d'água é facilitada pelo contraste entre a baixa refletância da água e a elevada refletância da vegetação e do solo.

CAPÍTULO 3

PLANO DE EXECUÇÃO

3.1 - ATRIBUIÇÕES DO INPE E DA NASA

Com base nos entendimentos mantidos até o presente momento entre o INPE e a NASA, pode-se adiantar a seguinte divisão de atribuições. Caberá fundamentalmente à NASA, sem ônus para o INPE:

- prover uma oportunidade de voo para o Experimento BRESEX a bordo do "Ônibus Espacial". Esta oportunidade foi identificada como sendo o quarto voo da Missão de Observação da Terra (EOM), com lançamento previsto para novembro de 1988;
- fornecer todas as informações necessárias para que o INPE possa desenvolver o equipamento de voo conforme os requisitos de interfaceamento e segurança exigidos para missões a bordo do "Ônibus Espacial";
- integrar o Experimento BRESEX no "Ônibus Espacial" e prover as operações em órbita e o necessário suporte em solo;
- prover o treinamento de voo do Especialista de Carga Útil brasileiro.

Ao INPE caberão as seguintes atribuições:

- desenvolver o Experimento BRESEX qualificando-o para voo no "Ônibus Espacial" em prazos compatíveis com o cronograma da NASA;

- selecionar o Especialista de Carga Útil brasileiro para vôo no "Ônibus Espacial";
- participar de reuniões de projeto e revisão convocadas pela NASA para coordenação técnica da Missão;
- compartilhar com a NASA os dados obtidos na operação do Experimento BRESEX.

Além das atribuições específicas mencionadas acima, caberá conjuntamente ao INPE e à NASA prover suporte para a cooperação científica sem troca de divisas, incluindo as atividades de preparação da Missão, análise dos dados e a publicação dos resultados da Missão.

3.2 - ORGANIZAÇÃO DO PROGRAMA

O Programa BRESEX será conduzido sob a responsabilidade da Diretoria de Programas do INPE e envolverá, na sua execução, diversas áreas funcionais do Instituto. A interação entre os órgãos participantes obedecerá a uma estrutura de organização matricial cabendo à Diretoria de Programas o seu gerenciamento e, aos demais órgãos funcionais do INPE e empresas contratadas, as atividades de execução e apoio.

O gerenciamento de todo o Programa, nos seus aspectos técnicos e administrativos, será feito por uma equipe especialmente criada para esta finalidade, lotada na Diretoria de Programas e liderada por um Gerente.

Caberá a essa equipe, através do Gerente, organizar, planejar, dirigir e controlar as atividades do Programa sendo tais atribuições consubstanciadas pela:

- definição dos objetivos do Experimento;
- especificação técnica dos equipamentos envolvidos;
- programação, atribuição e controle das atividades de desenvolvimento;
- programação e controle dos custos e cronogramas;
- garantia da qualidade; e
- avaliação dos resultados do Experimento.

A execução do Programa estará a cargo dos órgãos funcionais do INPE e de empresas que vierem a ser contratadas para fazer parte dele. A Figura 3.1 ilustra as várias formas previstas de envolvimento daquelas entidades no Programa.

A Diretoria de Aplicações Espaciais fornecerá à Gerência do Programa todos os subsídios necessários para o estabelecimento dos objetivos do Experimento, providenciará a aplicação dos dados obtidos e proverá os elementos necessários à avaliação dos resultados do Experimento.

À Diretoria de Engenharia e Tecnologia Espacial caberá de desenvolver, no seu todo ou em parte, o projeto e a fabricação dos subsistemas optomecânicos e eletrônicos.

À Diretoria de Ciência Espacial e da Atmosfera caberá de desenvolver os estudos meteorológicos e atmosféricos necessários à realização do Experimento.

A Diretoria de Infraestrutura Técnica realizará a integração e testes dos subsistemas.

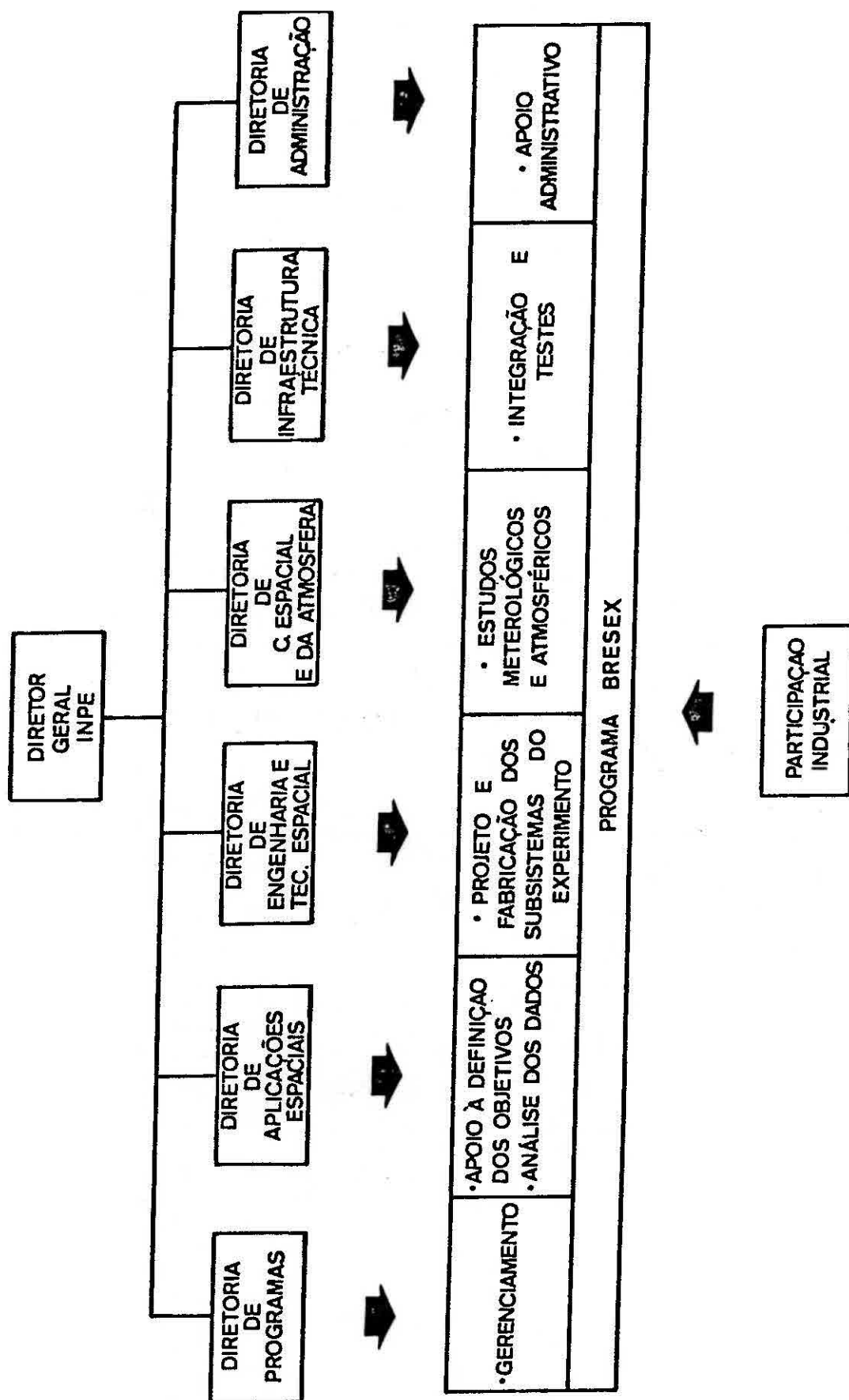


Fig. 3.1 - Participação dos vários órgãos no Programa.

A Diretoria de Administração proverá o apoio administrativo necessário ao Programa.

O organograma funcional do Programa BRESEX está mostrado na Figura 3.2. Nele estão mostradas as funções que serão desempenhadas pela equipe do Programa.

3.3- CRONOGRAMA

É muito importante salientar que o trabalho já realizado no INPE, visando principalmente a execução da Missão Espacial Completa Brasileira - MECB, tem preparado perfeitamente as equipes para enfrentar um desafio como o Programa BRESEX. Um protótipo preliminar da Câmera, com um único canal e óptica não otimizada, foi testado em voo a bordo da aeronave Bandeirante do INPE em 1984, com ótimos resultados ilustrados na Figura 3.3. Este teste demonstrou o funcionamento e a adequação dos circuitos eletrônicos da Câmera, inteiramente projetados e fabricados pelo INPE. O protótipo de laboratório do Computador de Supervisão de Bordo também se encontra em adiantada fase de desenvolvimento, faltando apenas as interfaces para os aviônicos do Veículo Orbital. O Computador de Supervisão de Bordo será uma versão dedicada ao BRESEX do ASTRO B3, previsto para a Missão de Coleta de Dados da MECB.

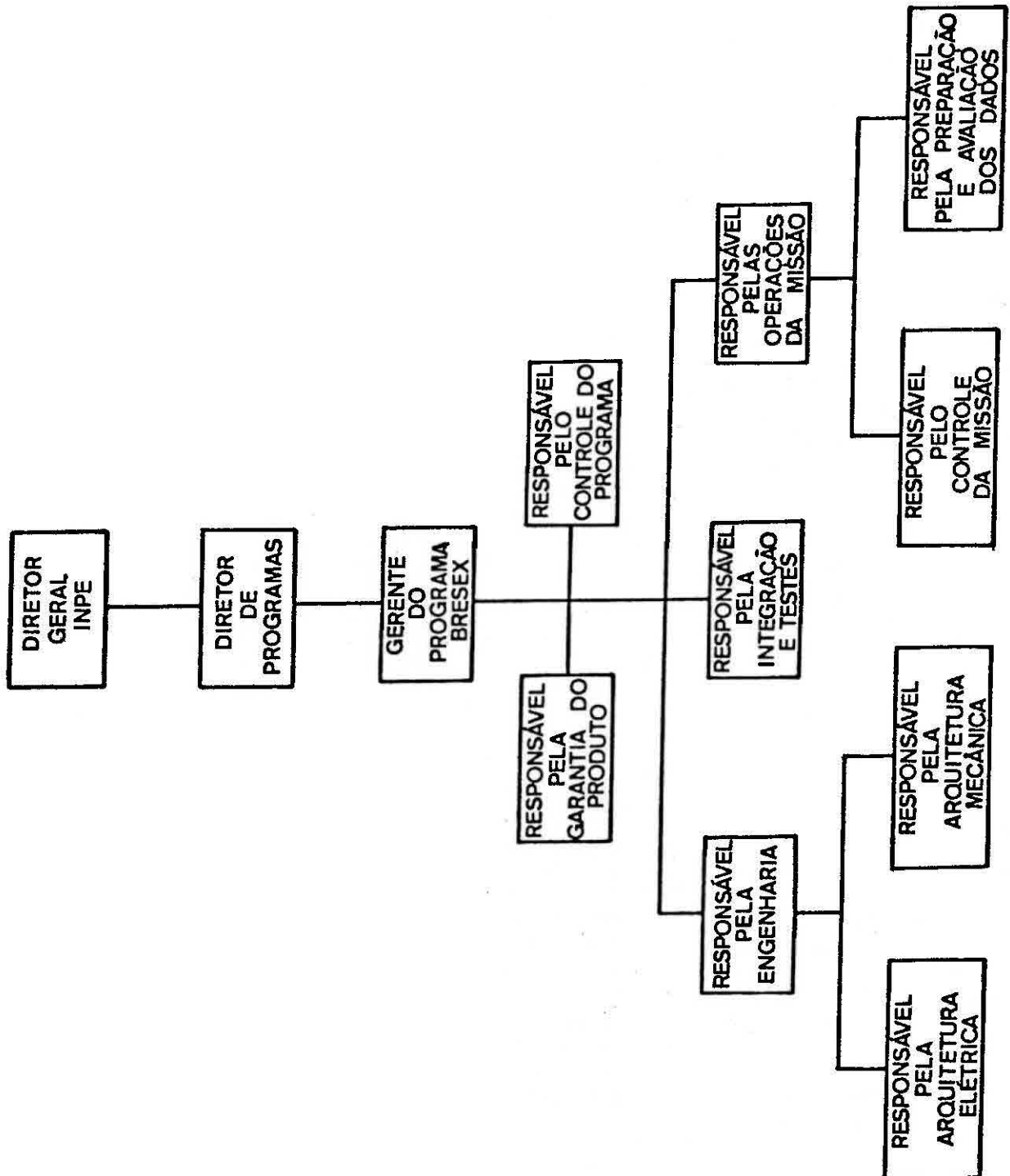


Fig. 3.2 - Organograma do Programa BRESEX.



Fig. 3.3 - Imagem das instalações do INPE obtida a partir de uma fita gravada a bordo da aeronave Bandeirante do INPE num primeiro teste de um protótipo de Câmera CCD desenvolvida pela Divisão de Sistemas Sensores do INPE.

Esta imagem foi obtida a uma altitude de 3000m, voando a uma velocidade de 360km por hora. Não há qualquer correção geométrica ou radiométrica nesta imagem, sendo o objetivo a demonstração do funcionamento dos circuitos eletrônicos projetados e fabricados no INPE. Instabilidades no voo do avião causam distorções na imagem devido à ausência de plataforma estabilizada para o suporte da Câmera.

A previsão atual para as principais atividades que deverão, a partir de agora, levar à execução do Experimento é mostrada na Figura 3.4. O prazo de entrega para componentes eletrônicos e mecânicos de qualificação espacial é o maior entrave para preparar o Experimento em tempo hábil, não sendo absolutamente possível obter certas peças em menos de 12 meses. Será necessário obter a maior prioridade no processamento administrativo de importações e dos contratos industriais para não comprometer o cumprimento do cronograma. O cronograma mostra a filosofia de desenvolvimento do Módulo Optomecânico da Câmera, com uma maior participação industrial especializada, e dos subsistemas eletrônicos a serem realizados inteiramente no INPE.

Estão em fase final de negociação quatro propostas de participação industrial estrangeira para a execução do Projeto Detalhado necessário à fabricação e montagem do Módulo Optomecânico. A execução do Projeto Detalhado Industrial contará com uma maciça e ativa participação do INPE. Na fase de fabricação e montagem industrial, além do normal acompanhamento da execução do trabalho, haverá uma presença reforçada de técnicos brasileiros nas áreas que forem identificadas como de interesse para a transferência de tecnologia durante o Projeto Detalhado. Um exemplo do interesse em transferência de tecnologia, já identificado, diz respeito ao microposicionamento e fixação dos sensores nos respectivos planos focais.

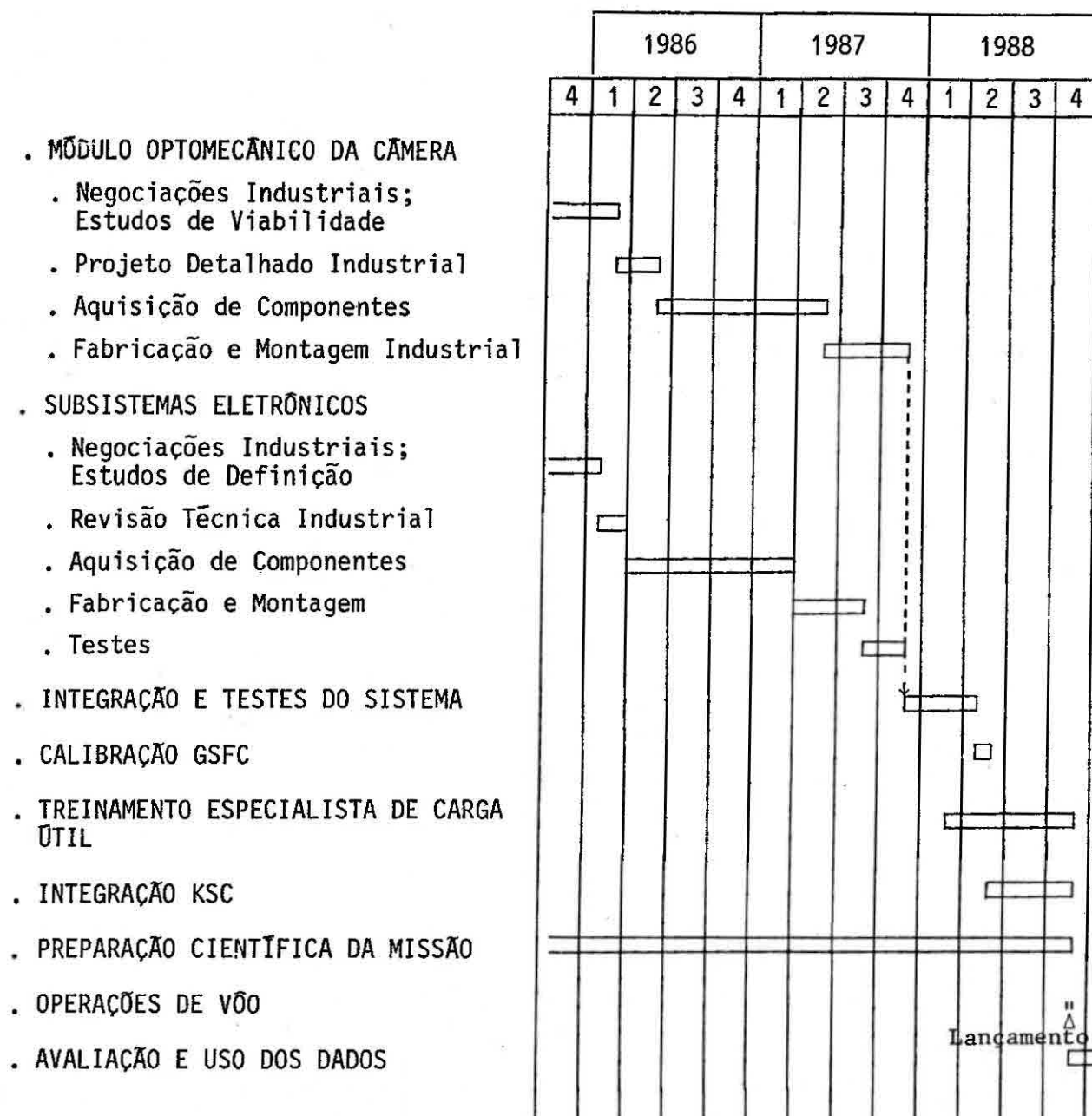


Fig. 3.4 - Cronograma de desenvolvimento do Programa BRESEX. As siglas GSFC e KSC referem-se aos centros da NASA, Goddard Space Flight Center e Kennedy Space Center, respectivamente.

No que tange aos subsistemas eletrônicos, estão em fase final de preparação todos os projetos detalhados incluindo "lay-out" e lista de componentes. Estes projetos deverão passar por uma Revisão Técnica Industrial especializada tendo em vista a absoluta necessidade de assegurar o atendimento aos requisitos de confiabilidade impostos pelas circunstâncias descritas neste documento.

Segundo o cronograma de desenvolvimento de infraestrutura e capacitação de pessoal do INPE, deverá ser possível executar a fabricação de todos os subsistemas eletrônicos no Instituto. Pode-se dizer, portanto, que o índice de nacionalização do equipamento deverá atingir cerca de 50%.

A entrega do Módulo Optomecânico da Câmera e dos subsistemas eletrônicos deverá ocorrer no final de 1987 e a integração destas duas partes será realizada nas instalações do INPE. Os testes ambientais e funcionais do sistema também serão executados pelos técnicos do Instituto, no Brasil.

Após a calibração da Câmera no Goddard Space Flight Center (GSFC), o BRESEX deverá ser entregue ao Kennedy Space Center (KSC) para integração na carga útil e no Veículo Orbital, pelo menos seis meses antes do lançamento.

3.4- PREVISÃO ORÇAMENTÁRIA

O Plano de Aplicação de Recursos associado ao cronograma descrito está apresentado na Tabela 3.1, perfazendo um total aproximado de US\$ 10 milhões. Não estão nele incluídos os salários e encargos

sociais, a manutenção de prédios e os custos de infraestrutura normalmente cobertos pela dotação orçamentária do INPE. Por outro lado, são considerados os custos da preparação científica da missão e da avaliação e uso dos dados, que implicam a montagem de uma infraestrutura e treinamento de pessoal, os quais serão indispensáveis também para outras atividades de sensoriamento remoto, incluindo a MECB.

TABELA 3.1

PLANO DE APLICAÇÃO DOS RECURSOS

(A Preços de dezembro de 1985)

Valores em 1.000.000

NATUREZA DA DESPESA	(*)	1986	1987	1988	1989	TOTAL
CUSTEIO	I	10.500	7.750	7.800	1.000	27.050
	N	2.500	3.250	7.200	2.000	14.950
	T	13.000	11.000	15.000	3.000	42.000
CAPITAL	I	15.500	23.200	3.500	500	42.700
	N	5.500	5.800	3.500	500	15.300
	T	21.000	29.000	7.000	1.000	58.000
TOTAL	I	26.000	30.950	11.300	1.500	69.750
	N	8.000	9.050	10.700	2.500	30.250
	T	34.000	40.000	22.000	4.000	100.000

(*) I = Importado

N = Nacional

T = Total

Cerca de 35% do custo total do Programa refere-se, na realidade, a despesas que são necessárias para a execução normal da

MECB. Com a realização do Programa BRESEX essas despesas deverão ser antecipadas. Portanto, apenas 65% do orçamento apresentado deve ser consiiderado como custo adicional.

CAPÍTULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os benefícios associados à execução do Programa BRESEX, apresentados nos Capítulos anteriores, justificam um esforço nacional de grande envergadura.

Os retornos científicos advindos da realização deste Experimento são da maior importância para a plena materialização das potencialidades das técnicas de Sensoriamento Remoto, indispensáveis para o desenvolvimento do País.

O patamar tecnológico atingido mediante a execução deste Programa colocará a Nação numa posição relevante no fechado clube dos países com capacitação espacial, posição esta inatingível de outro modo em tão curto espaço de tempo.

É importante salientar também as repercussões técnicas secundárias implícitas no voo de um membro da equipe brasileira no Veículo Orbital. A experiência de outros países como o Canadá, França e Alemanha mostrou que o primeiro voo de um Especialista Nacional acrescenta um novo estímulo às equipes dedicadas a engenharia, tecnologia e aplicações espaciais.

Devido a exiguidade de prazos para a execução do cronograma apresentado nesta Proposta é imperativa a aplicação de recursos específicos já no primeiro trimestre de 1986. Será também vital assegurar a manutenção do ritmo previsto no cronograma, posto que não existe flexibilidade nos prazos das atividades programadas.

A perspectiva da realização do Experimento aqui proposto tem motivado sobremaneira as equipes técnicas e científicas do INPE, e a sua consecução constitui-se num desafio à altura do amadurecimento já alcançado por este Instituto.

CAPÍTULO 3

PLANO DE EXECUÇÃO

3.1 - ATRIBUIÇÕES DO INPE E DA NASA

Com base nos entendimentos mantidos até o presente momento entre o INPE e a NASA, pode-se adiantar a seguinte divisão de atribuições. Caberá fundamentalmente à NASA, sem ônus para o INPE:

- prover uma oportunidade de voo para o Experimento BRESEX a bordo do "Ônibus Espacial". Esta oportunidade foi identificada como sendo o quarto voo da Missão de Observação da Terra (EOM), com lançamento previsto para novembro de 1988;
- fornecer todas as informações necessárias para que o INPE possa desenvolver o equipamento de voo conforme os requisitos de interfaceamento e segurança exigidos para missões a bordo do "Ônibus Espacial";
- integrar o Experimento BRESEX no "Ônibus Espacial" e prover as operações em órbita e o necessário suporte em solo;
- prover o treinamento de voo do Especialista de Carga Útil brasileiro.

Ao INPE caberão as seguintes atribuições:

- desenvolver o Experimento BRESEX qualificando-o para voo no "Ônibus Espacial" em prazos compatíveis com o cronograma da NASA;



de: Alderico - Beta - confidencial
 Base

São José dos Campos, 16 de dezembro de 1985

Ref.: 30.100.000.934-85

Exmo. Sr.
 Dr. Renato Bayma Archer da Silva
 DD. Ministro de Estado da
 Ciência e Tecnologia
 Brasília - DF
 E.M.

Senhor Ministro:

Tenho a honra de submeter à consideração de V.Ex.^a a Proposta de Realização do Experimento Brasileiro de Sensoriamento Remoto - BRESEX, deste Instituto. O INPE tem por finalidade promover e executar pesquisas científicas e desenvolvimento tecnológico nos campos da Ciência Espacial e da Atmosfera, das Aplicações Espaciais e da Engenharia e Tecnologia Espacial, assim como em domínios correlatos, observada a orientação da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais.

O Experimento BRESEX consistirá na colocação em órbita, a bordo do "Ônibus Espacial" norte-americano (Space Shuttle), de um equipamento de concepção e desenvolvimento preponderantemente nacionais para a tomada de dados do nosso território, com objetivos científicos e tecnológicos de grande valor para a continuidade das pesquisas tecnológicas e de sensoriamento remoto no País. A bordo do "Ônibus Espacial" irá também um técnico especialista brasileiro que se incumbirá de monitorar e operar o equipamento em órbita.

A possibilidade de realização deste experimento se originou do oferecimento feito pelo Presidente norte-americano Ronald Reagan ao governo brasileiro, da oportunidade de um tripulante brasileiro participar de um voo do "Ônibus Espacial" da NASA. Este oferecimento abriu caminho para o estabelecimento de uma cooperação técnico-científica mais profunda entre o INPE e a NASA, a ser concretizada com a realização do experimento aqui proposto.

As discussões entre especialistas das duas partes culminaram, neste ano de 1985, com a aceitação irrestrita por parte da NASA, dos objetivos propostos pelo INPE para o experimento, caracterizando-se assim a sua total viabilidade técnica.

Após a apresentação da descrição do Experimento, no Capítulo 2, o Capítulo 3 da presente Proposta dispõe sobre o plano de execução do experimento. Cumpre salientar que o custo apresentado se refere tão somente ao desenvolvimento do equipamento e despesas associadas, não havendo qualquer ônus, para o País, pela utilização das insta



2015E_40_NACONAL
DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMATICA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

(Cont. Ref.: 30.100.000.934-85)

2

lações da NASA e do "Ônibus Espacial" norte-americano. O cronograma de realização apresentado indica folgas mínimas nas estimativas de duração das atividades descritas. Finalmente, o quarto e último Capítulo alerta para as providências necessárias à efetivação do experimento nos termos propostos.

Outrossim, cabe mencionar aqui, principalmente, os benefícios para o País que resultarão da realização de tal experimento. Neste sentido a presente Proposta é clara ao enunciar que esta é uma oportunidade rara que reúne grandes benefícios científicos, tecnológicos e políticos para o Brasil.

Os benefícios científicos e tecnológicos advirão da possibilidade de se testar um instrumento de complexa tecnologia, bem como de se analisar os dados produzidos por ele, num ambiente de plena cooperação com uma agência do maior destaque internacional na área espacial.

Os benefícios políticos se concentram no fato de que a realização com sucesso do experimento inscreverá o Brasil no fechado clube dos países que já colocaram algum artefato em órbita.

Aproveito a oportunidade para reiterar a V.Exª os meus protestos de elevada estima e distinta consideração.

Marco Antônio Raupp
Diretor Geral

RR/£1.



INPE - INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

SECC - SAC JOSE DOS SANTOS 25 - AV. DOS AS PONTAS 19 755 - 23 POSTAL 25 - FONE 1513. 222077 - TELE 2 13330 CEX 2200
SAC-CEM - PAULO STRA-SP - R. BRAS BUTRA - 44 405 - 04 POSTAL 25 - FONE 252 8 3477 - TELE 021 60 12P 2 530
SAC-CEM - MARIO OLIVEIRA - SAC 515 - 04 POSTAL 25 - FONE 252 9914 - TELE 021 60 12P 2 530
SAC-CEM - A. SALGADO - 19 755 - 04 POSTAL 25 - FONE 252 4133 - TELE 021 60 12P 2 530
SAC-CEM - J. B. S. - 19 755 - 04 POSTAL 25 - FONE 252 4133 - TELE 021 60 12P 2 530