



**Número:**  
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA  
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

**EDMILSON DE JESUS COSTA FILHO**

**A DINÂMICA DA COOPERAÇÃO ESPACIAL SUL-SUL: O CASO DO PROGRAMA  
CBERS (*CHINA-BRAZIL EARTH RESOURCES SATELLITE*)**

Tese apresentada ao Instituto de Geociências como parte  
dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Política  
Científica e Tecnológica.

**Orientador: Prof. Dr. André Tosi Furtado**

**CAMPINAS - SÃO PAULO**

**2006**

© by Edmilson de Jesus Costa Filho, 2006

**Catálogo da Publicação elaborada pela Biblioteca  
do Instituto de Geociências. - UNICAMP**

Costa Filho, Edmilson de Jesus  
C823d      A dinâmica da cooperação espacial sul-sul: o caso do programa  
CBERS (China-Brazil earth resources satellite) / Edmilson de Jesus  
Costa Filho - Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientador: André Tosi Furtado  
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de  
Geociências.

1. Cooperação Internacional. 2. Satélite. 3. Pesquisa espacial -  
Brasil. 4. Tecnologia e Estado.      I. Furtado, André Tosi. II.  
Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III.  
Título.

Titulo em inglês: The Dynamics of south-south space cooperation:the case of CBERS (China-Brazil earth resources satellite) Program.

Keywords: - International Cooperation;

- Satellite;

- Space Science;

- Technology and State

Área de Concentração: Política Científica e Tecnológica

Titulação: Doutor em Política Científica e Tecnológica

Banca Examinadora: - André Tosi Furtado;

- Lea Maria Strini Velho;

- Roberto Carlos Bernardes;

- Darly Henriques da Silva;

- Jorge Ruben Biton Tapia.

Data da defesa: 14/12/2006



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E  
TECNOLÓGICA

**AUTOR:** EDMILSON DE JESUS COSTA FILHO

**TÍTULO DA TESE:** A DINÂMICA DA COOPERAÇÃO ESPACIAL SUL-SUL: O CASO DO PROGRAMA CBERS (*CHINA-BRAZIL EARTH RESOURCES SATELLITE*)

**ORIENTADOR:** Professor Doutor ANDRÉ TOSI FURTADO

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**EXAMINADORES:**

**Prof. Dr. André Tosi Furtado** \_\_\_\_\_ - **Presidente (IG/UNICAMP)**

**Prof.a Dr.a Lea Maria Leme Strini Velho** \_\_\_\_\_ **(IG/UNICAMP)**

**Prof. Dr. Roberto Carlos Bernardes** \_\_\_\_\_ **(SEADE)**

**Prof.a Dr.a Darly Henriques da Silva** \_\_\_\_\_ **(MCT)**

**Prof. Dr. Jorge Ruben Biton Tapia** \_\_\_\_\_ **(IE/UNICAMP)**

Campinas, 14 de Dezembro de 2006



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E  
TECNOLÓGICA**

**A DINÂMICA DA COOPERAÇÃO ESPACIAL SUL-SUL: O CASO DO PROGRAMA  
CBERS (*CHINA-BRAZIL EARTH RESOURCES SATELLITE*)**

**RESUMO**

**Edmilson de Jesus Costa Filho**

O êxito da cooperação espacial sul-sul pode ser considerado um caso *sui generis* na literatura internacional, devido às dificuldades inerentes que os projetos de co-desenvolvimento científico e tecnológico imputam a países periféricos. O trabalho tem por objetivo fazer uma análise de um programa de cooperação tecnológica sino-brasileira na área espacial, o Programa CBERS, buscando focar a dimensão do aprendizado do Brasil com a cooperação. Esta análise foi estruturada em torno de três eixos: macro, relacionado ao aspecto político da cooperação; meso, relacionado ao aspecto organizacional do INPE; e micro, relacionados aos aspectos científicos e tecnológicos da área de Engenharia e Tecnologia Espacial do instituto. Segundo a proposta metodológica, estes eixos se complementam e se interligam formando uma ferramenta capaz de analisar o aprendizado da cooperação. O estudo se baseou em um levantamento de informações quantitativas e qualitativas junto ao INPE e ao MRE, assim como em entrevistas com técnicos brasileiros participantes do programa. Os resultados do estudo apontam que, embora os três eixos sejam igualmente importantes para o aprendizado nacional, estes apresentaram um claro desbalanceamento, onde a dimensão política e a organizacional do Programa no Brasil tiveram um avanço maior em detrimento das dimensões científicas e tecnológicas.



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS/  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E  
TECNOLÓGICA**

**THE DYNAMICS OF SOUTH-SOUTH SPACE COOPERATION: THE CASE OF  
CBERS (*CHINA-BRAZIL EARTH RESOURCES SATELLITE*) PROGRAM.**

**ABSTRACT**

**Edmilson de Jesus Costa Filho**

The success of south-south space cooperation may be considered a unique case in the international literature, due to the difficulties concerning to scientific and technological co-development which peripheral countries face. This research intends to analyze a China-Brazil technological cooperation program on the space field (the CBERS Program), seeking to focus on the dimension of Brazilian learning with the cooperation. This analysis was structured over three focuses: *macro*, related to the political aspect of the cooperation; *meso*, related to the organizational aspect of INPE (National Institute for Space Researches); and *micro*, related to the scientific and technological aspects of the Institute's Engineering and Space Technology Division. According to the methodological proposal, these focuses match and link to each other, becoming a tool which is able to analyze the learning process upon the cooperation. This study was based on a both quantitative and qualitative information survey provided by the INPE and the Brazilian Ministry of Foreign Affairs (MRE), and also on interviews with Brazilian technicians who participated in the program. The results of the study point out that, although the three focuses have equal importance for the national learning, they present clear unbalance: the political and organizational dimension had a more significant advance than the scientific and technological dimensions of the Program in Brazil.

*"Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo,  
qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim".*  
Chico Xavier (1910-2002)

*"A tarefa não é contemplar o que ninguém contemplou,  
mas meditar como ninguém ainda meditou,  
sobre o que todo mundo tem diante dos olhos".*  
Arthur Shopenhauer (1788-1860)

## **Dedicatória**

Esta tese é dedicada às seguintes pessoas:

Aos meus avôs Walber Pinho e Luis Pires, duas pessoas de grande simplicidade e que sempre destacaram o valor do estudo como uma das suas grandes heranças.

A algumas pessoas que não estão entre nós, mas deixaram um vazio enorme: Mamãe – por estar vibrando em algum lugar do plano espiritual; Prof. Celso Furtado – pelo exemplo de pensamento em questões desenvolvimentistas; Prof. Herrera – pai de todos nós, que nos preocupamos com a Ciência, Tecnologia e Sociedade no Brasil e na América Latina.

Aos meus irmãos Alberto, Eduardo, Elaine e Elisa, pelo estímulo permanente.

A Geórgia com muito, muito, muito amor e carinho.

### **Agradecimentos**

As teses científicas normalmente são trabalhos chatos que só interessam a quem escreveu e aos seus

pares que se debruçam na leitura do trabalho. No mais, este seria apenas um ritual de iniciação à carreira acadêmica. Assim, muita coisa que é pesquisada não faz parte das preocupações cotidianas. Então o que ler numa tese? A parte dos agradecimentos sempre é uma das mais lidas. Não sei muito bem porque, eu mesmo já me deparei lendo várias delas. Talvez seja uma forma de estabelecer os vínculos do autor do trabalho com outros atores e de perceber como foram esses últimos quatro anos de vida acadêmica ou talvez seja apenas para saber se a pessoa realmente é grata para com aqueles que a auxiliaram nesta trajetória e na conclusão desta etapa da vida. Acho que tentarei expressar nessas páginas ambas as coisas.

Começo então pelo “cara lá de cima”! Romário certa vez disse: “Quando eu nasci, Deus olhou e disse: 'Esse é o cara!!!' ”; Xuxa cantou: “...tudo que eu quiser, o cara lá de cima vai me dar, me dar toda coragem que puder, e não me falte forças pra lutar.” Mesmo não sendo “o cara” como o “peixe”, acho que o “cara lá de cima” sempre me deu coragem e forças para lutar, sobretudo nos momentos de incertezas. Muito Obrigado por isso!!!

Ao André, não só para o cumprimento de um requisito “formal” de agradecimento àquele que me orientou, mas pelo conjunto da obra. Por ser testemunha ocular e participante de três grandes momentos de minha vida profissional (Formatura, Mestrado e Doutorado), muito obrigado pela grande parceria e amizade, pelo estímulo, confiança no dia a dia e nos trabalhos acadêmicos. Certamente, ele é um dos mestres com o qual mais aprendi nesta vida. Obrigado por me oferecer gratuitamente todos esses ensinamentos e amizade; obrigado por me abrir as portas do seu lar sábado, domingo, feriado, sempre adequando a minha rotina de orientando à distância. Obrigado pelas conversas e ensinamentos nas viagens de pesquisa do “nosso grupo de avaliação” e desculpe por não ter aprendido mais.

Aos Professores Roberto Bernardes e Lea Velho, membros da banca de qualificação que, com notório saber, contribuíram muito com orientações e recomendações para a melhoria do trabalho.

Aos Professores Newton Pereira, Sérgio Queiroz e Leda Gitahy, participantes da banca do concurso de seleção ao doutorado, pela confiança depositada e pelo estímulo à continuação aos estudos no Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT), sobretudo pelas primeiras observações, já na etapa de entrevista, que foram certamente os primeiros nortes do trabalho que aqui se encerra.

Ao Prof. Daniel Durante Alves, pela disposição de sempre em comentar e criticar as primeiras versões do trabalho. O professor que, conjuntamente com a prof. Leda, orientou o trabalho nas disciplinas

de seminários de doutorado, sempre amável e atencioso, agora está “pelas ‘bandas’ da barreira do inferno, na cidade do sol”.

À Profª Darly, pelo suporte nos primeiros meses em Brasília e no CNPq, pelo enorme interesse acadêmico na discussão do tema e pelo auxílio constante no fornecimento de bibliografia, além do estímulo constante para não desanimar. Muito obrigado por tudo.

Ao Prof. Jorge Tapia, pelo interesse na participação da banca sobre um tema do qual foi precursor em seu estudo, já no início dos anos noventa.

Ao sempre entusiasta das questões estratégicas, Prof. Renato Dagnino pelos comentários e inúmeras idéias, sugestões e referências ao tema, além da sua peculiar simpatia e amizade.

Ao Prof. Jurandir Zullo (FEAGRI/UNICAMP), agradeço pelas valorosas explicações técnicas sobre os sensores dos satélites, bem como o seu entusiasmo em sempre auxiliar nos estudos de aplicações das imagens do CBERS.

À Capes, pela bolsa de doutorado durante o primeiro ano do curso, a qual financiou parcialmente os estudos e a pesquisa de campo.

Aos colegas do curso de doutorado: Mariana Zanatta, Claudenício Ferreira, Jorge Carreta, Luiz Guilherme, Marcelo Valle, Ester Dal Poz, Emerson Freire, Mariana Versino, Rodrigo Guerra, Nanci Stancki, Roberta Graf, Willian Higa, pela profícua convivência e nas discussões nas aulas e no cafezinho, fundamentais para o andamento dos estudos na pós-graduação.

Aos colegas do Instituto de Geociências (IG): Cris, Ysbelet, Erasmo, Bievenido – aos colegas de sala, Willian Gama – um acreano/manauara que me ensinou a ter qualidade de vida na pós-graduação; Sérgio Bosso e Alexandre Amante – amigos de primeira hora e para sempre grandes amigos. Tampouco não poderia deixar de agradecer aos outros orientandos do meu orientador André: Mirian, Guta, Dionísio, Adriana, pelos tantos encontros na “fila de orientação” e pelos valorosos conselhos.

Aos funcionários do IG, especialmente Valdenir, Adriana, Valdirene, “seu” Aníbal, Juarez, Edinalva, por sempre me fazerem sentir em casa, pelo sorriso de cada dia, pelo bom-dia, pela presteza no

atendimento, onde o urgente para mim se transformava também em urgente para eles.

À Unicamp. Este foi um sonho que, lá pelos idos de 1992, quando ainda estava no terceiro ano do colégio Marista, via como quase impossível. Mas consegui. Obrigado, Zeferino, por transformar a Unicamp num núcleo de excelência, obrigado pelos anos de “bandejão”, pelas festas, pelos amigos que ficaram, pelas lembranças que permanecem na retina, simplesmente por ser a Unicamp.

Dos Funcionários do INPE, gostaria de agradecer desde ao funcionário da portaria ao diretor. Tive, nesses mais de seis anos pesquisando no Instituto, entre atividades de pesquisa em projetos de avaliação e pesquisa de campo para a tese, tantas alegrias e amizades, sempre sendo recebido de forma cortês, de modo que todos merecem o meu agradecimento. Particularmente gostaria de mencionar os técnicos e engenheiros que responderam aos meus questionários, aos tecnologistas Petrônio, Décio, Himilcon, Odylio, Ângelo Neri, Jânio Kono, Gilberto Câmara, Ephiphânio, Paulo Martini.

Gostaria de destacar aqui dois grandes agradecimentos: primeiramente ao José Raimundo Braga Coelho, pela enorme atenção dispensada, leitura de partes do trabalho e orientação no que diz respeito aos rumos do trabalho e às dúvidas técnicas de um tema extremamente complexo para um pesquisador da área de ciências humanas; em segundo lugar, mas não menos importante, gostaria de agradecer ao Embaixador Carlos Alberto Lopes Asfora pelas inúmeras e valiosas informações, documentos e entrevistas, pelo carinho e dedicação em me receber em sua residência no Chile e na sempre rápida resposta aos questionamentos.

À Associação Aeroespacial Brasileira (AAB), sobretudo aos amigos Petrônio, Bezerra, Góes, Humberto, Bogossian e Otávio Durão, agradeço pela oportunidade de trabalho, pela confiança depositada e pelas leituras e comentários em versões do trabalho além da socialização dos conhecimentos sobre a política espacial brasileira.

Ao Pablo Nogueira (Revista Galileu), Salvador Nogueira (Folha de São Paulo), Flavio Lobo (Revista Carta Capital), Iara Gomes (Jornal Vale Paraibano), Claudia Barcelos (Valor Econômico), José Monserrat (JC e-mail), André M. Mileski (Tecnologia e Defesa) que em diversos momentos divulgaram os meus trabalhos e opiniões, abrindo espaço para a discussão da política espacial, agradeço por todo empenho em sempre ouvir a opinião ou um comentário de minha parte.

Minha família vale uma menção à parte. Cito, assim, uma frase do nosso inesquecível Ayrton Senna: “Se cheguei onde cheguei e consegui fazer tudo o que fiz, foi porque tive oportunidade de crescer bem, num bom ambiente familiar, de viver bem, sem problemas econômicos, de ser orientado no caminho certo nos momentos decisivos de minha vida”. Obrigado, pais, tios em especial ao tio Celso e a tia princesa, primos, sobrinhos, afilhados, meus padrinhos: Gentil e Lúcia, todos vocês são acionistas deste sonho.

Vão algumas menções especiais: aos professores da minha família (que são muitos): Tias Valdite, Telma, Tios Alfredo, Tácito, Cláudia, Manoel Santos Costa (Juca), Gardênia, Lucilene, (Dr.)Gentil, Daniele, pelo exemplo constante e pela paciência de ensinar e aprender sempre.

Às minhas avós, Judith e Raimunda, símbolos matriarcais da família por não entenderem muito bem o significado de tudo isto ou até mesmo por entenderem melhor do que eu, mas sempre rezando e agradecendo.

No quesito família, a possibilidade de estudar no DPCT me deu uma família uruguaia, *muchas gracias* Amílcar, Cristina, Eugenia, Augustin y Mariana

Aos muitos alunos que a carreira docente me proporcionou, três dos quais merecem um lugar de destaque: Guilherme Roberto Tonin (bob), Marcio Teixeira e Josemara de Fátima Brasilino (Jô), mais que alunos, professores no real valor da amizade.

Aos colegas do CNPq: Marcelo, Dirceu, Celeste, Rita, Hildebrando, Flávio, Antonio Carlos, Hugo Paulo, Hugo Sérgio, Ivan, Enésio, Alyne, André, Andréia, Mara Bianca, Auricélia, Patrícia, Kátia, Humberto, Eva, Edrani (Didi), Renato, Aroldo e Fernando pelo auxílio permanente no cumprimento das tarefas mais urgentes e pelo apoio em terminar este trabalho. Aos colegas “bacanalistas” e aos amigos da ASC/CNPq Denise Pacheco, pela revisão dos originais da tese, Vânia Gurgel pelo estímulo e ao Rizzo pelos auxílios com o ppt..

Aos Colegas da Euro- Sérgio Sebastião, Cida, Sandra Kuwada, Lúcio Castelo Branco, Fabio Soares, Luiz Roberto Curi - meus sinceros agradecimentos. Valeram a pena todos os comentários, críticas, sugestões e, sobretudo, a coragem transmitida para trabalhar e fazer tese ao mesmo tempo.

Aos amigos de Brasília, pelo suporte na “vida candanga”: Gustavo e Carlinhos. É verdade, qualquer dia, amigo, eu volto a te encontrar. Voltamos, sim, nem o tempo nem a distância conseguiram dizer não. E com vocês vieram Arthur, Vitor, Mércia, Ilka, Lucas, Letícia, Laiza, Larissa, Fernando, Milena, André, Gláucia, Max e muitos outros.

À família de Brasília: Mara, Edson, Walquíria, Edinho e Marcelo, obrigado por todo o apoio, pela correção dos originais do trabalho, pelo carinho incondicional.

Aos “Belisário” e aos “Mota” e principalmente aos “Belisário Mota”, três pessoas que estão num lugar de destaque no meu coração: Humberto (o papa), Rosamy (a mamainha) e Bebeto (o magistrado).

Diga que valeu? Valeu demais... foi lindo..., ficou pra trás.... Valeu, chiclete! Companheiro de sempre, só você resume o momento.

Por fim, agradeço a oportunidade de ter contado com todos vocês. Certamente sou um grande devedor das benesses divinas, pois já recebi até aqui muito mais do que mereci.

## SUMÁRIO

Tópico	Pág.
<b>Introdução</b>	01
<b>Capítulo I: A Construção de um Arcabouço Conceitual para a Análise da Cooperação Internacional em C&amp;T no Setor Espacial</b>	17
Introdução	17
1.1 A Cooperação Internacional - Aspectos Definidores	20
1.2 A Cooperação Internacional em C&T no Brasil	26
1.3 A Cooperação Internacional Tecnológica e a Mudança Organizacional	32
1.4 A Cooperação Internacional em C&T e o Aprendizado Científico e Tecnológico: O Papel da Interação entre os Atores	37
Comentários Finais	49
<b>Capítulo II: O Papel da Cooperação Internacional nos Programas Espaciais</b>	51
Introdução	51
2.1 A Cooperação Internacional nos Programas Espaciais	53
2.2 A Cooperação Internacional no Programa Espacial Brasileiro	61
Comentários Finais	82
<b>Capítulo III: Um Histórico da Cooperação Sino-Brasileira e sua Convergência para a Área Espacial</b>	87
Introdução	87
3.1 A Aproximação do Brasil e da China no Campo Diplomático e o Estabelecimento da Cooperação na Área Científica (1971-1982)	89
3.2 A Organização das Diretrizes do Programa CBERS (1983-1988)	100
3.3 A Organização do Programa (1988-1989)	115
3.4 A Estagnação do Programa (1990-1992)	122
3.5 A Retomada do Programa e a Conclusão do CBERS-1 (1993-1999)	126
3.6 A Consolidação do Programa e o Lançamento do CBERS-2 (2000-2003)	158
Comentários Finais	168
<b>Capítulo IV: O Programa CBERS e seu Impacto no Aprendizado Organizacional do INPE</b>	173
Introdução	173
4.1 Metodologia de Execução de Programas Espaciais	175
4.2 Execução do Programa CBERS no INPE	188
4.3 O Impacto do CBERS na Mudança Organizacional do INPE	205
4.4 O Impacto Organizacional do Programa CBERS na ETE/INPE	215
Comentários Finais	232
<b>Capítulo V: O Programa CBERS e seu Impacto no Aprendizado Científico e</b>	235

<b>Tecnológico do INPE</b>	
Introdução	235
5.1 O Impacto Tecnológico do Programa CBERS na ETE/INPE	236
5.2 O Impacto Científico do Programa CBERS na ETE/INPE	249
Comentários Finais	259
<b>Capítulo VI: Conclusões</b>	261
<b>Referências Bibliográficas</b>	273
<b>Anexos</b>	293
Anexo 1: Questionário de análise dos impactos do Programa CBERS no INPE	295
Anexo 2: Sensoriamento Remoto: Conceitos e Definições	299
Anexo 3: Principais Concorrentes do CBERS	301
Anexo 4: Atos em Vigor Assinados pelo Brasil com a República Popular da China	307

## Índice de Tabelas, Quadros e Figuras.

Tópico	Pág.
Quadro 1: Pessoas entrevistadas - pesquisa de campo	12
Figura 1.1: Esquema Básico da Gestão Matricial	33
Figura 1.2: Ciclo de Vida de Um Projeto Espacial	35
Tabela 2.1: Síntese dos Principais Projetos de Cooperação Internacional na década de sessenta	67
Tabela 2.2: Acordos Bilaterais de Cooperação na Área Espacial ente o Brasil e Nações Desenvolvidas.	72
Tabela 2.3: Acordos Bilaterais de Cooperação na Área Espacial entre o Brasil e Nações em Desenvolvimento.	80
Tabela 3.1: Relações Comerciais Brasil/China (Anos Selecionados 1974-2002)	101
Quadro 3.2: Novas Organizações no Sistema Espacial Chinês - 1998	153
Tabela 3.2: Orçamento Detalhado do Programa CBERS no INPE	156
Quadro 3.3: Características do CBERS 1 e 2	158
Quadro 3.4: Características básicas do CBERS 3 e 4	162
Quadro 3.5: Descrição dos Testes Realizados do CBERS -2 no LIT	164
Figura 4.1: Interfaces entre os Requisitos da Missão e a Definição dos Sistemas Espaciais	177
Quadro 4.1: Sistemas Espaciais Envolvidos na Missão	181
Figura 4.2: Organograma do Sistema Espacial	182
Figura 4.3: Diagrama de Caracterização de Missões Espaciais	191
Quadro 4.2: Requisitos de Missão Selecionados e Adaptados ao Programa CBERS	194
Quadro 4.3: Sub-Etapas para a Definição de Parâmetros da Missão	197
Figura 4.4: Passos da Missão Espacial	198
Quadro 4.4: Ciclo de Vida do Projeto Espacial Adaptado ao Programa CBERS I e II	204
Figura 4.5: Estrutura Matricial do INPE	209
Figura 4.6: Esquema da Gestão Matricial - Programa CBERS	212
Tabela 4.1: Caracterização das Divisões do INPE envolvidas no Programa CBERS	216
Tabela 4.2: Impactos na Interação entre as Divisões do INPE Derivados da Participação no Programa CBERS	219
Tabela 4.3: Interação entre as Divisões do INPE e Atores Nacionais	222
Tabela 4.4: Contratos com Atores Nacionais Relacionados ao CBERS	224
Tabela 4.5: Interação entre as Divisões do INPE e Atores Estrangeiros	228
Tabela 4.6: Contratos com Atores Estrangeiros Relacionados ao CBERS	230
Tabela 5.1: Participação das Divisões do INPE no Desenvolvimento dos Sistemas e Subsistemas do Programa CBERS	239
Tabela 5.2: Impactos Tecnológicos de Processo nas Divisões de Engenharia Derivados da Participação da Divisão no Programa CBERS	243
Tabela 5.3: Melhoria na Capacitação dos Recursos Humanos das Divisões do INPE Participantes do Programa CBERS	247
Tabela 5.4: Impactos Baseados no Conhecimento derivados da Participação da Divisão no Programa CBERS	251
Tabela 5.5: Artigos Científicos Publicados em Congressos Nacionais e Internacionais pelas Divisões do INPE Participantes do Programa CBERS	254
Tabela 5.6: Artigos Científicos Publicados em Revistas Indexadas Nacionais e Internacionais Pelas Divisões do INPE participantes do Programa CBERS	257

## SIGLAS

AEB: Agência Espacial Brasileira  
 AFCRL: Laboratório de Pesquisa da Força Aérea (EUA)  
 AIAB: Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil  
 AIT: *Assembly, Integration and Test*  
 AOCS: *Attitude and Orbit Control Subsystem*  
 ASCIN/CNPq :Assessoria de Cooperação Internacional/ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
 AVIC: *China Aviation Industry Corporation*  
 C&T: Ciência e Tecnologia  
 CAS: *Chinese Academy of Sciences*  
 CASC: *China Aerospace Corporation*  
 CAST: *Chinese Academy of Space Technology*  
 CATIC: *China National Aero-Technology Import & Export Corporation.*  
 CBERS: *China- Brazil Earth Resources Satellite*  
 CCD: *Charge Coupled Device*  
 CGWIC: *China Great Wall Industry Corporation*  
 CLA: Centro de Lançamento de Alcântara  
 CLBI: Centro de Lançamento da Barreira do Inferno  
 CLTC: China Satellite Launch & Tracking Control General  
 CNAE: Comissão Nacional de Atividades Espaciais  
 CNES: *Centre National d'Etudes Spatiales*  
 CNPq: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
 CNSA: *China National Space Administration*  
 COBAE: Comissão Brasileira de Atividades Espaciais  
 COCOM; Comitê de Coordenação de Controles Militares.  
 CONAE: *Comisión Nacional de Actividades Espaciales (Argentina)*  
 COPUOS: *Committee of Peaceful Uses of Outer Space*  
 COSTIND: *Commission of Science, Technology and Industry for National Defense*  
 CRC: Centro de Rastreo e Controle  
 CRESDA: *China Center for Resources Satellite Data and Applications*  
 CT&I: Ciência, Tecnologia e Inovação.  
 CTA: Centro Técnico Aeroespacial  
 CTI: Cooperação Técnica Internacional  
 CZ: *Chang Zheng* (Longa Marcha)  
 DEPED/MD: Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento/ Ministério da Defesa  
 DLR: *Deutsch Luft und Raumfahrth* – Agência Espacial Alemã  
 ECMWF: *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*  
 ELDO: Organização Européia para o Desenvolvimento de Veículos Lançadores  
 EMFA: Estado Maior das Forças Armadas  
 ERAU: *Embry-Riddle Aeronautical University*  
 ERTS: *Earth Resources Technology Satellite*  
 ESA: *European Space Agency*  
 ESRO: Organização Européia para Pesquisa Espacial  
 ETE: Engenharia e Tecnologia Espacial  
 EUMETSAT: European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites  
 FM: *Flight Model*  
 GETEPE: Grupo Executivo de Trabalhos, Estudos e Projetos Espaciais.  
 ICSU: Conselho Internacional da União Científica  
 IGY: *International Geophysical Year*  
 IMO: *International Meteorological Organization*  
 INPE (inglês): *National Institute for Space Research*

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
INTELSAT: *International Communication Satellite Consortium*  
IQSY: *International Quiet Sun Year*  
IRMSS: *Infrared Multispectral Scanners*  
ISRO: Indian Space Research Organization  
ISS: *International Space Station*  
JPC: *Joint Programme Committee*  
JSLC: *Jiuguan Satellite Launch Centre*  
JVE: Agência Espacial da Ucrânia  
LIT: Laboratório de Integração e Testes  
LUME: Projeto Luminescência da Alta Atmosfera  
MAI: *Moscow Aviation Institute*  
MATE: Projeto de Geomagnetismo  
MCT: Ministério da Ciência e Tecnologia  
MD: Ministério da Defesa  
MECB: Missão Espacial Completa Brasileira  
MESAS: Projeto de Meteorologia por Satélites  
MESCT Ministério do Ensino Superior, Ciência e Tecnologia da República de Moçambique.  
MMRC: *Mitsubishi Materials Natural Resources Development Corporation*  
MOA: *Ministry of Aeronautics Industry*  
MRE: Ministério das Relações Exteriores  
NASA: *National Aeronautics and Space Administration*  
NBS: Laboratório Nacional de Padrões (EUA)  
OBDH: *On-Board Data Handling Subsystem*  
OBT: Observação da Terra / INPE  
OCDE: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico  
ONU: Organização das Nações Unidas  
P&D: Pesquisa e Desenvolvimento  
PCD: Plataforma de Coleta de Dados  
PMEL: *Pacific Marine Environmental Laboratory*  
PNAE: Programa Nacional de Atividades Espaciais  
RPC: República Popular da China  
SACI: Satélite de Aplicações Científicas  
SCD: Satélite de Coleta de Dados  
SISEA: Simpósio Internacional de Aeronomia Equatorial  
SOND: Projetos de Sondagens Ionosféricas  
SSR: Satélite de Sensoriamento Remoto  
TSLC: *Taiyuan Satellite Launch Centre*  
TT&C: *Tracking, Telemetry and Command*  
UCA: Usina de Propelentes Coronel Abner  
USGS – *United States Geological Survey*  
VLS: Veículo Lançador de Satélites  
WFI: *Wide Field Imager*  
WMO: *World Meteorological Organization*  
XSLC - Xichang Satellite Launch Centre

## INTRODUÇÃO

A evolução da ciência e tecnologia relacionadas às atividades espaciais brasileiras e, mais precisamente, à tecnologia de satélites vem sendo processada desde meados dos anos setenta e ainda encontra-se em consolidação. Em virtude deste processo constituiu-se uma comunidade de usuários, tanto nas universidades e institutos de pesquisa, quanto em empresas que utilizam a tecnologia como apoio a decisões, bem como forma de insumos na criação de subprodutos. A partir dos anos oitenta, o Brasil direciona a política de exploração de satélites de sensoriamento remoto para uma estratégia complementar, enquanto busca fazer a transição de mero usuário para “desenvolvedor” dessas tecnologias.

A tendência seguida pelo Brasil, no segmento de sensoriamento remoto orbital, não deixa de ser inovadora, tendo em vista que a maioria dos países se dedica apenas ao papel de usuários dos sistemas. As razões para isso vão desde a falta de capacitação tecnológica ao desinteresse econômico no desenvolvimento da indústria de componentes.

O sistema de sensoriamento remoto orbital, isto é, aquele que utiliza a tecnologia de satélites, contempla basicamente três segmentos: Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE), usuários e controle de órbita. O Programa CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*), uma parceria entre o Brasil e a China para construir satélites de sensoriamento remoto e que será objeto da análise proposta, capacitou o Brasil ao domínio, pelo menos parcialmente, de todos os segmentos relacionados ao sensoriamento remoto.

A experiência do Brasil na área de sensoriamento remoto iniciou-se quando o país se tornou usuário do satélite norte-americano *Landsat*. Na verdade, o Brasil é um dos pioneiros na utilização desses serviços, logo no início dos anos setenta. Já o segmento de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE) e controle de satélites começou a ser concebido no final dos anos setenta com a criação da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). Na Missão ficou definido o desenvolvimento de duas classes de satélites: uma para coleta de dados e outra para sensoriamento remoto. Inicialmente foram concentrados esforços nos satélites de coleta de dados,

tendo em vista que estes representavam um desafio tecnológico menor e eram considerados uma etapa importante para o alcance e domínio das tecnologias dos satélites de sensoriamento remoto.

No contexto do desenvolvimento das atividades espaciais, o Programa CBERS apresenta importantes características que fazem dele um divisor de águas tanto para o Brasil quanto para o parceiro chinês. Dentre tais características, listam-se as seguintes:

- 1) O CBERS foi o primeiro programa de cooperação internacional na área espacial entre países em desenvolvimento que logrou êxito. Apesar dos atrasos – previsto para 6 anos, sua primeira fase durou 15 anos –, a primeira fase foi concluída e os dois satélites tornaram-se operacionais;
- 2) O Brasil iniciou sua cooperação em um momento de delicada transição política – fim do Regime Militar e a descontinuidade da Política de C&T; na China, o Massacre na Praça da Paz Celestial e a abertura para a economia de mercado;
- 3) O Programa possibilitou um substancial aumento da oferta de imagens de satélites, com impactos positivos para a comunidade científica;
- 4) Antes do lançamento do CBERS-2, as discussões sobre o prolongamento do Programa para os satélites CBERS-2B, 3 e 4 já se encontravam em andamento – um claro sinal de que a cooperação foi considerada benéfica para ambas as partes;

A cooperação em si apresenta duas grandes particularidades. A primeira se refere à natureza político-econômica dos países envolvidos, ambos em desenvolvimento, porém com regimes de governo diferentes (capitalista e socialista). A segunda particularidade relaciona-se ao tipo de cooperação, caracterizada por um desenvolvimento de sistemas, enquanto que, internacionalmente, as cooperações no campo de satélites ocorrem por meio do uso de sistemas. Nesse caso, um dos países é responsável pelo desenvolvimento do sistema, papel que, em geral, cabe a um país desenvolvido.

A cooperação entre o Brasil e a China na área de ciência e tecnologia inicia-se em 1982, oito anos após o restabelecimento das relações diplomáticas entre esses dois países. No entanto, naquele momento, o acordo em si previa uma cooperação no campo aeroespacial, sem uma diretriz muito definida sobre qual área seria desenvolvida.

Um processo de seleção dos parceiros colocou à frente da cooperação o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), pelo lado brasileiro, e a CAST (*Chinese Academy of Space Technology*), pelo lado chinês. Posteriormente, a CAST informou ao Brasil que estava formulando um projeto para a construção de satélites de observação de recursos naturais, e prontamente o INPE demonstrou interesse em cooperar com este projeto.

Ficaram, então, definidos como objetivos do programa CBERS o desenvolvimento, o lançamento e a exploração de dois satélites de sensoriamento remoto. As razões que levaram o Brasil a escolher tal área de cooperação com a China devem-se, fundamentalmente, à necessidade de partilharem custos e trocarem experiências em um novo campo de atuação.

Por outro lado, a China emergia como um importante parceiro devido aos seus avanços no campo espacial. De fato, este país apresentava um excelente resultado no que concerne ao desempenho dos seus programas anteriores, demonstrando capacitação no desenvolvimento de sistemas espaciais complexos. Como exemplo, pode-se citar os foguetes da família Longa Marcha que, na época da assinatura do acordo, tinham um índice de sucesso de 90% e 100% nas áreas de satélites e foguetes, respectivamente.

A cooperação foi facilitada, também, por características geográficas comuns entre os dois países, tais como: vasta extensão territorial compreendendo regiões despovoadas e de difícil acesso, assim como a acentuada vocação agrícola.

Na regulamentação do acordo, ficou prevista a seguinte divisão de responsabilidades: o INPE seria o responsável pelo desenvolvimento do sistema de coleta de dados, estrutura, alimentação de potência, *transponder* de serviço (banda S), equipamentos para suporte elétrico; integração e teste. O INPE ficaria responsável pelo gerenciamento de 50% do projeto. No que se

refere aos satélites do programa, o Brasil ficou responsável por 30% do total. "Posteriormente à aprovação do acordo básico para a fabricação dos dois satélites, foram apresentados ao projeto por iniciativa do lado brasileiro, uma câmara semelhante à que equiparia os satélites de sensoriamento remoto da MECB, denominada *Wide Field Imager*" (Santana & Coelho 1999:193). Por fim, alguns itens de responsabilidade do Brasil foram repassados à China e alguns itens chineses foram repassados aos brasileiros. O resultado dessa transação reduziu a participação total do Brasil de 30 % para 27% do total (entrevista com Raimundo Coelho, 2003).

A cooperação sino-brasileira, além de trazer a aproximação política entre as nações num movimento em que se iniciou o restabelecimento das relações diplomáticas em 1974, também trouxe benefícios específicos para a área de C&T e, por conseguinte, para a área espacial, foco da cooperação em tela. Monserrat Filho (1997) e Santana & Coelho (1999) apontam ainda algumas vantagens para os países que indicariam o interesse na cooperação entre si. Sintetizam-se os principais pontos a seguir:

- As principais vantagens para o Brasil:
  1. Poderia utilizar toda a capacidade para recepção de dados de sensoriamento remoto. O país foi o terceiro país no mundo (após os EUA e o Canadá) a ter um sistema para recepção do *Landsat*, podendo desenvolvê-lo mais ainda, com a recepção do CBERS.
  2. Tal como exposto anteriormente, a MECB planejava a construção de dois satélites de sensoriamento remoto; o CBERS seria uma oportunidade de qualificar recursos humanos, além de buscar, via cooperação internacional, auxílio no desenvolvimento tecnológico.
  3. O custo dos dois satélites do programa CBERS, incluindo-se o lançamento, era muito menor do que o custo dos quatro satélites da MECB<sup>1</sup>. Tal fato não

---

<sup>1</sup> A previsão de gastos dos satélites (efetivamente gasto com os dois SCD's e o previsto para os demais) até 2003 foi da ordem de US\$ 380 milhões, mais ou menos um terço do volume gasto com toda a MECB.

deve ser ignorado, levando-se em consideração as dificuldades orçamentárias vividas pelo Brasil.

4. A convicção estratégica de que a cooperação com a China abriria horizontes que poderiam diminuir os impactos do embargo internacional, que restringia a transferência de tecnologias dos países do G-7.

- As principais vantagens para a China:

1. A cooperação proporcionaria um avanço na capacitação tecnológica dos satélites, pois apesar dos sucessos nos desenvolvimentos pretéritos, a China era essencialmente dependente dos satélites estrangeiros.

2. A China considerou o Brasil um parceiro à altura para suprir as suas demandas no campo dos satélites de aplicações, considerando a capacitação do país na área de recepção de imagens e desenvolvimento de softwares nas três décadas anteriores à assinatura da cooperação.

3. A China poderia obter tecnologias de outros países, via acordo, utilizando os instrumentos diplomáticos firmados pelo Brasil com outros países com os quais a China não tivesse acordo formal de transferência.

Para ambos os países, o desenvolvimento em conjunto do satélite traduz-se em conquista permanente no campo tecnológico. Monserrat Filho (1997, p.154) ressalta que "O acordo entre brasileiros e chineses é o **primeiro acordo de alta tecnologia entre nações em desenvolvimento**. [grifo nosso] A experiência e os produtos provenientes desta cooperação, seguramente, terá [sic] influência sobre o futuro das atividades espaciais de ambos os países e servirá de exemplo e referência para outras nações em desenvolvimento".

O CBERS-1 foi lançado em 1999 e parou de funcionar aproximadamente quatro anos depois, com uma vida útil muito além dos dois anos previstos. Apesar dos percalços, a primeira

fase do programa foi finalizada em 2003 com o lançamento do CBERS-2. Uma segunda fase do programa, com o lançamento de mais três satélites, está sendo desenvolvida no momento, mas considerando o escopo e tempo para conclusão do trabalho, esta não será objeto de estudo neste momento.

A tese tem por objetivo fazer uma análise da cooperação tecnológica entre o Brasil e a China no campo de satélites de sensoriamento remoto, enfocando o aprendizado formal, organizacional, científico e tecnológico do INPE, derivado da participação no Programa CBERS em sua primeira parte (1988-2003). Esse caso foi escolhido por não haver nenhum estudo semelhante sobre a cooperação tecnológica Sul - Sul na área espacial. A análise centra-se no INPE, pela limitação ao acesso da informação pelo lado chinês.

Além do objetivo principal supracitado para a condução do processo de análise do programa CBERS, foi necessário o estabelecimento de um conjunto de objetivos específicos, listados a seguir:

- Construir um marco analítico para análise da cooperação científica e tecnológica internacional no campo espacial;
- Fazer uma revisão histórica da cooperação internacional na área espacial e analisar o papel desta para a Política Espacial Brasileira;
- Realizar uma revisão histórica da cooperação internacional sino-brasileira, dando maior atenção para a cooperação tecnológica à qual pertence o programa CBERS.

A hipótese a ser testada é a de que a cooperação sino-brasileira trouxe um aprendizado em três eixos: o **eixo macro**, identificado como o aspecto político da cooperação; o **eixo meso**, representado pelo aspecto organizacional; e o **eixo micro**, que constitui nesta análise o aspecto científico e tecnológico, derivado da participação brasileira no programa CBERS, mesmo não

estando claramente definido este aprendizado como premissa da cooperação<sup>2</sup>. Ademais, o processo foi tão amplo que, de forma preliminar, depreende-se que ocorreu uma transferência de conhecimento nos dois sentidos (do Brasil para a China e vice-versa).

O desafio da pesquisa é, portanto, a criação de indicadores que sejam aderentes aos projetos de cooperação internacional na área espacial e que possam subsidiar a análise da cooperação no tocante ao aprendizado, tomando como limitação a aplicação da pesquisa somente no lado brasileiro.

Uma outra importante questão a ser verificada, paralela a esta do aprendizado, é se a instituição brasileira criou, ao longo do projeto, mecanismos que pudessem potencializar os ganhos de aprendizagem – o que de certa forma não é algo trivial. Por se tratar de um programa entre nações, qualquer mudança deveria ser objeto de instrumentos diplomáticos apropriados e nem sempre fáceis de serem (re) negociados.

Ademais, o Programa CBERS possui uma grande relevância, como um estudo de caso de cooperação tecnológica entre países em desenvolvimento, pois virá contribuir para a consolidação teórica de estudos que tratem conjuntamente dos temas cooperação internacional e capacitação tecnológica, uma vez que existe escassa literatura que aborde a referida problemática.

No tocante ao estudo de caso, o objetivo consiste no aprofundamento e no detalhamento das informações, bem como a busca das relações entre os dados obtidos<sup>3</sup>. Assim, os dados quantitativos foram tratados da mesma forma que os instrumentos de campo e as observações próprias sobre o fenômeno avaliado, em outras palavras, as diversas fontes de informação foram confrontadas entre si (estatísticas com entrevistas, entrevistas com observações próprias), a fim de proporcionar um maior relevo à análise. De forma a reduzir a subjetividade envolvida nas avaliações, os dados primários e secundários foram também confrontados entre si.

---

<sup>2</sup> Por mecanismos explícitos adotamos o conceito de mecanismos assegurados contratualmente nos acordos e termos aditivos assinados entre as partes.

<sup>3</sup> Segundo Simon (1978) *apud* Franko Jones (1992), inicialmente faz-se uma descrição, quando não há nada conhecido sobre o problema, para poder se entender, em linhas gerais, o problema antes de se fazer questionamentos específicos sobre o assunto. Pesquisas descritivas em forma de estudos de caso são geralmente uma ponte para o estudo de novas áreas nas ciências sociais.

O caso do CBERS é muito relevante por se tratar de um programa com um longo período de maturação e desenvolvimento. Do primeiro contato com os chineses, em 1982, até o lançamento do segundo satélite, finalizando assim a primeira parte do programa, passaram-se vinte e um anos.

A metodologia utilizada visa a analisar os impactos no INPE a partir da participação em um programa de cooperação internacional, sem a preocupação de analisar o seqüenciamento na cadeia produtiva dos fornecedores nacionais dos componentes dos satélites, e tampouco analisar os impactos sobre a comunidade externa ao Instituto, usuária das imagens do satélite.

O estabelecimento dos limites deste trabalho também teve como objetivo fazer um corte no objeto de estudo para que se pudesse inferir um encadeamento lógico partindo da relação de cooperação internacional tecnológica entre nações, que doravante será identificada como um impacto macro, passando pela mudança organizacional do INPE, identificada como um impacto meso no aprendizado e estabelecendo a ponte com o aprendizado científico e tecnológico focado nas divisões internas do INPE participantes do programa, identificados como o impacto micro. Esses diferentes níveis de impacto são apenas de escopo e não de importância do programa. Em outras palavras, consideramos as três relações (macro, meso e micro) como interdependentes e igualmente importantes para o entendimento do aprendizado do INPE no CBERS. Assim, foram colocados, pelo menos, dois grandes desafios à análise proposta. Primeiro, a seleção de indicadores – estes deveriam estar disponíveis e serem de comum entendimento por todas as áreas pesquisadas. Segundo, a necessidade de adequar a linguagem, sem tirar a liberdade do entrevistado, da área estritamente de engenharia e tecnologia espacial, para a área de inovação tecnológica, pano de fundo de toda a análise proposta.

Assim, foi elaborado um questionário e submetido à análise do então diretor da área de Engenharia e Tecnologia Espacial, Dr. Leonel Perondi. As relações entre o INPE e o Grupo de Pesquisa, do qual participo na UNICAMP, tinham se estreitado, em função da finalização da pesquisa intitulada: “Avaliação dos Impactos Econômicos do CBERS: um estudo dos fornecedores do INPE”, concluído em 2001. Este referido estudo rendeu uma apresentação, logo

no primeiro semestre de 2002, para os principais dirigentes do INPE que tomaram conhecimento da abordagem metodológica e dos resultados alcançados no trabalho.

Nesta mesma ocasião, foi solicitado ao então diretor do Instituto, Dr. Luiz Carlos M. Miranda, uma carta de apresentação, concordando com o estudo que se propunha avaliar o aprendizado realizado pelo INPE através do programa CBERS. A carta foi fundamental para o encaminhamento das entrevistas dentro da instituição, porém durante a pesquisa ainda enfrentamos certa resistência, na concessão de entrevistas e no encaminhamento dos questionários no prazo proposto, muitas vezes do próprio entrevistado.

A pesquisa de campo foi realizada entre fevereiro de 2003 e maio de 2004. O prazo de 15 meses deveu-se à dificuldade em entrevistar alguns dos técnicos, sobretudo alguns que se encontravam, durante o início da pesquisa, na China, executando os ajustes finais para o lançamento do CBERS-2 e à dificuldade inicial de contatar alguns técnicos que haviam se desligado do INPE. Tive oportunidade de, em algumas circunstâncias, fazer também entrevistas por telefone ou via *e-mail* para dirimir eventuais dúvidas existentes no processo de transcrição das fitas e na redação dos capítulos.

A metodologia construída para a análise do aprendizado proposta na tese apóia-se em alguns pressupostos teórico-metodológicos, a fim de identificar, classificar e avaliar o aprendizado do INPE, derivados da cooperação com os chineses no programa CBERS.

Inicialmente, foi feita uma análise histórico-documental do programa CBERS a fim de se reconstruir a trajetória da cooperação. O Programa CBERS ainda é pouco documentado e estudado, apesar de ter tido sucesso. Neste aspecto valemo-nos do depoimento de funcionários do Ministério das Relações Exteriores (MRE) e do INPE envolvidos na cooperação, além de uma pesquisa de documentos primários como os atos pertinentes à cooperação, via consulta à Divisão de Atos Internacionais (DAI) do MRE, além da pesquisa em bancos de dados de jornais e revistas nacionais e periódicos internos do INPE, tais como o jornal “Espacial”.

Posteriormente, complementou-se o estudo dos impactos da cooperação do CBERS no INPE com a revisão bibliográfica das metodologias de gestão de programas espaciais, a fim de que se criasse um arcabouço para a análise do aspecto organizacional do instituto. A premissa básica é que programas de cooperação internacional sul-sul, que necessitam de estratégias de co-desenvolvimento tecnológico, implicam em mudanças organizacionais para que a cooperação alcance seus objetivos. Assim, faz-se uma transição entre o nível macro e o nível meso das organizações que participam da cooperação.

Por fim, faz-se uma transição entre o nível meso – que contempla as mudanças organizacionais na Instituição, e o nível micro, aqui considerado como sendo o nível interno à Instituição e onde há os rebatimentos dos dois níveis anteriores (macro e meso). No tocante ao nível micro, foram analisadas a capacitação científica e tecnológica das mudanças que o programa CBERS trouxe à área de Engenharia e Tecnologia Espacial.

Para analisar esta dimensão, foi construído um questionário e realizado um conjunto de entrevistas com participantes do programa no INPE. Essas entrevistas foram realizadas nas áreas do INPE que participaram **diretamente** do programa CBERS.

1. Partiu-se da premissa de que os gerentes do programa e os gerentes das subáreas envolvidas têm condições de identificar os impactos, por terem experiência na condução de programas tecnológicos e possuir uma visão mais ampla do processo. Considera-se que o gerente deveria ter participado por, pelo menos, um terço da execução do programa em sua área. Em algumas situações, realizaram-se entrevistas com mais de um gerente de uma subárea, para que a maior parte do tempo de execução do programa esteja coberta e, assim, permitir a identificação dos impactos. Ademais, os gerentes das subáreas sempre acompanham a execução e os desdobramentos do projeto e, periodicamente, precisam formular relatórios de andamento da atividade. As entrevistas foram feitas com os gerentes atuais e alguns ex-gerentes que foram deslocados para outras áreas ou não se encontram no Instituto, em decorrência de aposentadoria e/ou desligamento do INPE para trabalhar na iniciativa privada. No caso específico do CBERS, grande parte dos

envolvidos ainda reside em São José dos Campos/SP, o que facilitou a realização da entrevista.

2. A análise do aprendizado organizacional, científico e tecnológico pretendeu mensurar os impactos *ex-post* dentro da Instituição. Em razão de considerar-se o aprendizado como um dos produtos da cooperação dentro do programa CBERS, partiu-se da premissa de que os programas de cooperação possuem três grandes vertentes: a política, a organizacional, e a científica e tecnológica.
3. Os novos conhecimentos gerados pelo programa CBERS possibilitam o aprendizado para o INPE. Esse aprendizado muitas vezes é complexo, pois depende muito da percepção do entrevistado e do pesquisador no momento de quantificar e, pode variar de acordo com a taxonomia desenvolvida (impactos em recursos humanos, novos conhecimentos, novas formas organizacionais, melhoria na interação com pesquisadores estrangeiros e pesquisadores nacionais, melhoria na comunicação interna entre divisões do Instituto e geração de patentes).

As pessoas que foram entrevistadas estão listadas no Quadro 1 a seguir. O questionário aplicado encontra-se no anexo 1 desta tese.

### Quadro -1 Pessoas Entrevistadas – Pesquisa de Campo

<b>Instituição: INPE</b>		
<b>Nome</b>	<b>Cargo-Função</b>	<b>Data(s) da(s) Entrevista(s)</b>
Benedito Donizete Andrade	Chefe do Serviço de Controle de Contratos	11/11/2003
Milton de Souza Ribeiro	Chefe de Serviço de Manufatura	11/11/2003
Mario Selingardi	Departamento de Eletrônica Aeroespacial	09/12/2003
Edenilse F. Evangelista Orlandi	Chefe do Sistema de Solo	14/11/2003
Helio K. Kuga	Chefe da Divisão de Mecânica Espacial e Controle	13/11/2003
Pawel Rosenfeld	Chefe do Centro de Rastreamento e Controle de Satélites	12/11/2003 e 09/12/2003
Clovis Solano Pereira	Chefe do Laboratório de Integração e Testes (LIT)	12/11/2003
Carlos de Oliveira Lino	Responsável Técnico pelo CBERS no LIT	12/11/2003
Jânio Kono	Gerente Geral do Programa CBERS	13/05/2003, 10/11/2003 e 20/05/2004.
Luiz Antonio Bueno	Gerente de Engenharia do Programa CBERS	13/11/2003
José Iram Barbosa	Chefe da Garantia da Qualidade	14/11/2003
Otávio C. Santos Durão	Gerente da DMC (1992-1997)	26/03/2004
Leonel M. Perondi	Gerente da ETE e Diretor do <i>Pró-Tempore</i> do INPE	24/02/2003, 13/05/2003 e 10/11/2003
<b>Instituição: AEB</b>		
José Raimundo B. Coelho	Pesquisador e ex-gerente de contratos e ex-gerente geral do programa CBERS/INPE	24/02/2003 e 10/12/2003
Carlos Campelo	Assessor de Cooperação Internacional	10/12/2003
<b>Instituição: MRE</b>		
Adil Viana	Mínistro responsável pelo Departamento da Ásia e Oceania (DOA) no MRE	16/12/2003
Carlos A. Lopes Asfora	Diplomata que serviu na China no período 91-98	06 e 07/11/2003
<b>Instituição: LNCC</b>		
Marco Antonio Raupp	Diretor Geral e ex-Diretor do INPE	15/04/2004

Fonte: Pesquisa de Campo, Unicamp 2004.

Como forma de cumprimento dos objetivos propostos, adequação da metodologia descrita ao problema e criação de um fio condutor para análise, construiu-se a tese da seguinte forma:

No primeiro capítulo são apresentadas as considerações teóricas do estudo e a estrutura do questionário, utilizado na pesquisa de campo. O método utilizado para o desenvolvimento do capítulo foi construir um arcabouço teórico que envolvesse os três temas que serão abordados na tese: cooperação internacional, mudança organizacional e aprendizado científico e tecnológico. A primeira parte do capítulo apresenta os enfoques teóricos relacionados à cooperação internacional em C&T, a fim de que se situe a cooperação espacial sino-brasileira dentro das classificações existentes. A segunda parte do capítulo apresenta um breve histórico da cooperação em C&T no Brasil. Na terceira parte faz-se uma discussão acerca de um modelo de gestão de projetos tecnológicos de forma matricial. Este enfoque dá suporte à análise do impacto organizacional que o programa CBERS trouxe ao INPE. Na quarta parte faz-se uma revisão teórica que tem por objetivo a criação de uma taxonomia amparada na literatura sobre capacitação tecnológica e aprendizado. O argumento levantado é que a análise de um programa tecnológico, levado a cabo via cooperação internacional entre o Brasil e China, pode ser feita utilizando-se como suporte os aprendizados por interação e o gerado por meio da superação dos entraves do projeto tecnológico. Por fim, são apresentados os principais parâmetros utilizados para a construção do questionário de pesquisa que serve como base para análise do aprendizado formal nos aspectos organizacionais, científicos e tecnológicos da parte brasileira no programa CBERS.

O segundo capítulo preocupa-se com a análise da cooperação internacional na área espacial e tem como pano de fundo a utilização dos conceitos referentes à cooperação internacional apresentados no capítulo anterior. Primeiramente são apresentados dois casos de cooperação internacional, em que identificamos as razões que os levaram ao êxito e que podem contribuir com elementos para a análise da cooperação sino-brasileira. São eles: a Agência Espacial Européia (ESA) e a Estação Espacial Internacional (ISS). Em sua segunda parte, o capítulo apresenta um breve histórico da cooperação internacional na área espacial do Brasil classificando os principais parceiros nacionais, desde a institucionalização das atividades no Brasil nas décadas de sessenta e setenta, onde a cooperação espacial era prioritariamente voltada ao segmento militar

nacional, passando pelas décadas seguintes, onde o enfoque está mais voltado à cooperação com atores civis.

O terceiro capítulo tem a especial preocupação de apresentar um breve histórico das relações entre a República Popular da China e o Brasil e a sua convergência para a área espacial, tomando como parâmetro inicial o aspecto político e sua evolução para as áreas econômicas e de ciência e tecnologia. As relações de C&T iniciadas em 1982 foram o suporte necessário para, já em 1984, iniciarem-se entendimentos em torno da cooperação na área de satélites. O Programa CBERS, formalmente iniciado com a assinatura do acordo em 1988, é a grande peça de cooperação internacional na área tecnológica, e o capítulo pretende apresentar os principais aspectos que nortearam o programa em todo o seu desenvolvimento até o ano de 2003, data na qual é feito o corte temporal, em que considera-se encerrada a primeira parte da cooperação, com o lançamento do CBERS - 2.

O quarto capítulo preocupa-se em avaliar o impacto do programa CBERS na mudança organizacional do INPE. Inicialmente são apresentadas, na primeira parte do capítulo, uma metodologia de gestão de projetos espaciais, como forma de entender as principais etapas de um projeto que envolve certa complexidade tecnológica. Na segunda parte, buscar-se-á fazer uma aplicação do modelo ao programa CBERS. Na terceira parte será aplicado o modelo matricial de gestão de projetos, ressaltando a importância desse modelo na mudança organizacional do INPE. Na quarta parte, a análise da mudança organizacional é subsidiada por parte das tabulações do questionário utilizado na pesquisa de campo.

O quinto capítulo discute o programa CBERS e o seu impacto na estrutura interna do INPE. Este impacto é analisado a partir do enfoque científico e tecnológico e tem como base o perfil das divisões internas do instituto, fazendo uma análise do aprendizado formal tendo como parâmetro o questionário de pesquisa preenchido e tabulado, bem como o conjunto de entrevistas que são o suporte para a análise do programa. Na primeira parte, são analisados os impactos tecnológicos e, na segunda parte, os impactos científicos que a cooperação sino-brasileira proporcionou ao INPE.

O último capítulo pretende apresentar uma análise sintética dos processos de aprendizado obtidos pelo programa, à luz das três dimensões apresentadas ao longo da tese: política, organizacional e, científica e tecnológica, respectivamente nos níveis macro, meso e micro, apresentando as conclusões e recomendações que nortearam a tese ao longo dos capítulos.

## **CAPÍTULO I:**

### **A Construção de um Arcabouço Conceitual para a Análise da Cooperação Internacional em C&T no Setor Espacial**

#### **Introdução**

A cooperação internacional é um instrumento de política externa utilizado entre os Estados nacionais desde os primórdios da civilização. Relatos bíblicos denotam a cooperação entre povos para efetuar grandes colheitas e, sobretudo, para o auxílio em guerras. Séculos se passaram e a cooperação internacional ganhou outros contornos, observando-se a mesma premissa do início da civilização, cujo objetivo é a busca por sanar ou pelo menos equacionar problemas específicos, quer seja na exploração das oportunidades existentes, quer seja de forma prospectiva, numa determinada área. Os limites da cooperação dependem muito do objeto cooperado ou do objetivo proposto. Entretanto, observando-se as relações atuais sob uma ótica pragmática, o viés econômico é um dos principais motivadores para o estabelecimento da cooperação internacional.

No tocante ao aprendizado científico e tecnológico, verificamos que estudos sobre a cooperação internacional ainda são um fenômeno bem recente. No entanto, a difusão de novas modalidades de cooperação em C&T demonstra um certo amadurecimento nas relações diplomáticas entre países, pois, via de regra, já se encontravam em curso outras modalidades de cooperação (econômica, cultural, educacional, etc...). A literatura sobre o processo de obtenção do conhecimento científico por meio de parceiras internacionais é ilustrada por casos que lograram êxito<sup>1</sup>, definindo-o como um aspecto positivo e facilitador do progresso da ciência.

---

<sup>1</sup> Sem entrar no mérito do feito, temos como exemplo de êxitos de cooperação na área científica: o CERN, o Programa Espacial Europeu, o projeto Genoma – que pretende identificar e fazer o mapeamento dos cerca de 80 mil genes que se calculava existirem no DNA das células do corpo humano; a Estação Espacial Internacional – que pretende criar um laboratório de pesquisas em ambiente de microgravidade.

Países periféricos na ciência, como o Brasil, buscam este tipo de expediente como uma das formas mais recorrentes de alcançar um certo progresso científico. Estudos sobre a cooperação internacional em C&T no Brasil tendem a focar o impacto científico de forma mais generalizada (Lina & Costa, 2006; Costa, 2005; Velho, 2004; Velho, 2001), utilizando como marco analítico os estudos sociais da ciência e a perspectiva histórica para analisar a política de cooperação internacional. No tocante às cooperações em áreas específicas, temas considerados estratégicos, como a cooperação em temas relacionados à Amazônia (Gama, 2004; Velho & Gama, 2004; Velho & Velho, 1996; Toni & Velho, 1996; Toni, 1994) e à defesa (Dagnino & Campos Filho, 2005; Dagnino, 2000) também merecem destaque.

Mais recentemente surge uma nova área de reflexão na cooperação internacional onde o aspecto geográfico é considerado um componente importante no entendimento da lógica cooperativa como os que enfocam o Mercosul (Costa *et al.* 2002; Velho, 2001; Velho, 1996) e na relação entre países desenvolvidos, denominados de países do Norte, e países em desenvolvimento, denominados de países do Sul (Velho, 2002; Costa, 2004). Esses estudos preocupam-se com os fluxos de conhecimento e a apropriabilidade deste no contexto cooperativo.

É fato que as vantagens para a cooperação são recorrentes, porém a forma pela qual se analisa este impacto ainda é pouco aprofundada, sobretudo no tocante aos impactos organizacionais e tecnológicos. As análises da cooperação internacional em C&T encontram um terreno bem mais sedimentado, quando se referem à cooperação científica. Neste aspecto, o número de artigos científicos publicados e o de cursos de pós-graduação e treinamento no âmbito da cooperação são os principais indicadores.

O objetivo deste capítulo é criar um arcabouço teórico com o qual analisamos os ganhos de aprendizagem da cooperação em três categorias. A primeira categoria se relaciona ao aspecto político, denominada categoria macro; a segunda relaciona-se ao aspecto organizacional, denominada categoria meso; e a terceira e última categoria relaciona-se ao aspecto científico e tecnológico, derivados de um programa específico, denominada categoria micro. No caso em tela utilizamos como objeto o programa CBERS. Este tipo de estudo é ainda pioneiro ao passo que observando as metodologias de análise de programas de cooperação internacional, verificamos uma

escassez de estudos que buscaram efetivamente desenvolver metodologias a fim de analisar os ganhos da aprendizagem. Mesmo assim o enfoque é sempre voltado a empresas (Cassiolato & Lastres, 2005; Garcez, 2004; Vargas, 2002; Cassiolato et al. 2002, Bernardes, 2000, Figueiredo, 1999) e não a programas governamentais, como no caso desta tese.

As principais vantagens da cooperação estão relacionadas à divisão de custos associados ao projeto; às oportunidades de aprendizado com o parceiro - por meio de uma seleção das principais competências dos cooperados; à potencialização das capacidades, em que o total sempre será maior que o somatório das partes; e, posteriormente, à divisão dos benefícios (científicos, tecnológicos, econômicos e sociais) que a cooperação em C&T traz.

O desafio para os países baseia-se no ajuste dos compromissos assumidos às suas legislações nacionais, aos seus objetivos como nação participante, bem como atender a outra, ou outras partes - de forma bilateral (por dois países) ou multilateral (por três ou mais países) - torna-se uma tarefa que demanda longos acordos diplomáticos, com eventuais ajustes no sistema nacional de C&T.

Existem diferenças importantes entre as áreas de cooperação, com segmentos mais propensos a cooperar e outros nem tanto. Empiricamente, podemos verificar que as cooperações internacionais que envolvem as ciências básicas são bastante difundidas<sup>2</sup>. Enquanto que as cooperações tecnológicas encontram uma dificuldade maior, sobretudo se esta tecnologia for de uso dual<sup>3</sup>.

No caso das tecnologias espaciais que, em diversas circunstâncias, são de uso dual, há uma forte regulação do Estado, mesmo em atividades comerciais. O mercado mundial é bastante regulado por meio de tratados, que muitas vezes proíbem a transferência desta tecnologia entre parceiros. Adicionalmente, um projeto espacial envolve um esforço significativo de gestão.

---

<sup>2</sup> Temos como exemplo a cooperação científica para realização de estudos e estágio no exterior como uma das mais difundidas. Saúde Pública e Melhoramento Genético na Agricultura também tem um histórico de sucesso no que se refere à cooperação em C&T.

<sup>3</sup> O termo tecnologia dual é normalmente utilizado quando nos referimos a uma tecnologia que pode ser utilizada tanto para fins pacíficos quanto para fins militares. Normalmente essa possibilidade de uso dual é uma das barreiras para a transferência desta tecnologia.

Não raro, os projetos espaciais requerem equipes multidisciplinares trabalhando em soluções que envolvem alta confiabilidade, baixo custo e alto desempenho, obedecendo a uma metodologia específica para a condução dessas atividades. Gerenciar essas variáveis requer a observação de uma estrutura organizacional específica, para que os sistemas estejam em conformidade com especificações internacionais.

Os programas espaciais desenvolvidos por Estados Unidos, França, Canadá e também os programas dos países pertencentes ao consórcio formador da Agência Espacial Européia desenvolveram a estrutura de gestão matricial de projetos. O exemplo desses países foi seguido pelo Brasil como forma de superar os desafios tecnológicos de forma mais eficiente, conforme os desafios que o programa CBERS trouxe ao INPE.

Este capítulo apresenta um apanhado geral de diferentes elementos teóricos, históricos e conceituais que serão usados na análise da cooperação espacial. Dá-se maior ênfase às diversas modalidades de cooperação técnica internacional e à importância da cooperação em C&T no Brasil, buscando categorizar a cooperação sino-brasileira. Embora o projeto de cooperação na área espacial tenha características tecnológicas, existem importantes elementos, referentes às metodologias de gestão de projetos espaciais, que o diferenciam e servem para entender a lógica organizacional do projeto. Aditivamente a esta lógica, é feita uma revisão da teoria sobre o aprendizado com enfoque especial no aprendizado interativo (*learning by interacting*). Após a revisão bibliográfica, são apresentados os tópicos do questionário da pesquisa de campo e, por fim, são feitos os comentários finais do capítulo.

## **1.1 A Cooperação Internacional – Aspectos Definidores**

A utilização sistemática de instrumentos de cooperação internacional foi extremamente positiva para a superação de diversos óbices sociais (ajudas humanitárias, missões de paz), bem como para o progresso da ciência. Não obstante a gama de possibilidades que a cooperação internacional proporciona, as áreas de abrangência que a atividade tangencia, existe certa confusão

na hora de classificar as diferentes modalidades de cooperação entre os termos ajuda, assistência, auxílio e cooperação.

Além da perspectiva histórica, os estudos da cooperação científica e tecnológica adotam uma abordagem essencialmente política, enfocando-a como mecanismo de materialização das relações internacionais. No entanto, não existe uma clara diretriz de como proceder à avaliação da cooperação de um programa tecnológico.

A partir desta problemática, a seção busca apresentar uma classificação dos termos da cooperação internacional utilizados na tese. Busca, também, relacionar a cooperação internacional às áreas de ciência e tecnologia criando uma taxonomia que servirá de suporte à análise da cooperação sino-brasileira.

A cooperação internacional *lato sensu* não deve ser encarada como uma renúncia à política autônoma e sim como complemento. Neste aspecto reside o seu principal entrave quanto à escolha de uma política que proporcione um *mix* entre o que pode ser adquirido por meio de cooperação e o que deve necessariamente ser desenvolvido de forma autóctone. Amorim (1994:160) sublinha que “A cooperação internacional pode tornar-se elemento importante de uma estratégia de desenvolvimento tecnológico autônomo. Não há nisso nenhuma contradição, já que a autonomia significa controle sobre as decisões que dizem respeito à manutenção e desenvolvimento de um sistema, e não o seu fechamento para o exterior”.

Dado o seu amplo escopo, a cooperação científica e tecnológica pode ter uma conotação formal ou informal. No que se refere à cooperação formal, esta é precedida da assinatura de um instrumento específico norteador das atividades entre os países. Em contrapartida, a cooperação informal não necessita desses instrumentos. Conforme Georghiou (1998:612): “Tanto a cooperação formal quanto a informal têm por enfoque a produção conjunta de resultados. A principal distinção entre ambas as formas é a existência de um acordo formal, no nível nacional ou institucional, de governança, onde a relação entre os atores é o propósito inicial para o estabelecimento da cooperação”.

Georghiou (1998) complementa que a existência de recursos alocados não caracteriza a cooperação como formal, ao passo que os cientistas podem, por exemplo, usar recursos de projetos nacionais para custear viagens relacionadas a projetos de cooperação.

A principal modalidade de cooperação internacional se processa pela troca de pesquisadores, incluindo projetos de pós-doutorado, *workshops* e outros encontros como projetos de cooperação, ou pela formação de redes de pesquisa (Georghiou, 1998).

No que se refere às cooperações formais, no contexto internacional, são firmadas a partir de acordos científicos específicos. Pressupõe-se que as nações buscam envidar esforços para garantir o maior número de benefícios possíveis. De forma abrangente, existem duas categorias de benefícios:

- Benefícios diretos: consistem em desenvolver a pesquisa de alta performance e de alta qualidade com um escopo abrangente, mais rapidamente ou com um menor custo em relação a projetos não cooperativos. Ademais, os projetos cooperativos beneficiam-se das seguintes vantagens: acesso a conhecimento e habilidades complementares, acesso em um único lugar aos benefícios gerados pela acumulação de competências dos grupos de trabalho, divisão dos custos e dos riscos do projeto, resolução de problemas transnacionais ou globais e estabelecimento de novos padrões.
- Benefícios indiretos: são identificados como possibilidades, por meio da cooperação, de haver melhoria na reputação do grupo de pesquisa, bem como acesso a outros fundos, ou, de modo geral, de obtenção de ganhos políticos, econômicos ou sociais pelas nações envolvidas.

Segundo o Ministério das Relações Exteriores (MRE, 2004: 7), a cooperação internacional deve ser entendida como "instrumento de desenvolvimento", regida pelo "respeito ao interesse do bem-estar do povo brasileiro" e voltada para "dotar universidades, centros de pesquisas e empresas privadas da sofisticação, especialização e competitividade requeridas pela nova economia global".

No que se refere à cooperação técnica internacional (CTI), a qual o MRE considera como uma das vertentes da cooperação para o desenvolvimento<sup>4</sup>, “pode ser caracterizada como uma intervenção temporária destinada a promover mudanças qualitativas e/ou estruturais em um dado contexto socio-econômico, seja para sanar e/ou minimizar problemas específicos identificados naquele âmbito, seja para explorar oportunidades e novos paradigmas de desenvolvimento”. (MRE, 2004:7)

Segundo o Dicionário de Direito Internacional, o conceito de cooperação internacional é visto como: “a ação de trabalhar conjuntamente com outros [...]. Na expressão cooperação internacional, esse termo visa, em geral, à **ação coordenada de dois ou mais Estados**, com vistas a atingir resultados por eles julgados desejáveis” [grifo nosso]. (*Dictionnaire de la terminologie du droit international*, 1960 *appud* Soares, 1994). Complementarmente a cooperação internacional também tem como um dos seus principais pressupostos o respeito de um Estado por outro cujos objetivos podem e devem ser por eles próprios traçados (Amorim, 1994; Marcovitch, 1994).

Em síntese, o termo cooperação internacional tem como premissa a conjunção de Estados soberanos e/ou instituições representativas dos Estados entre si, ou seja, o caráter público dos atores envolvidos. Esta demarcação se faz necessária para que haja uma separação do conceito de assistência técnica. Aparentemente, o termo assistência técnica nos coloca uma relação consumidor-produtor de bens e serviços, onde o produtor tem um compromisso maior com o seu cliente. Paradoxalmente, existem algumas áreas, consideradas sensíveis, a exemplo da área nuclear e da espacial, em que existem casos de intervenção do Estado na atividade econômica. Nessas áreas sensíveis, mesmo havendo o interesse comercial em adquirir certas tecnologias, estas podem sofrer a intervenção dos Estados levantando o argumento da assinatura de tratados internacionais para embargar a operação comercial.

No nível empresarial, o termo assistência técnica denota uma certa assimetria entre empresas e governos, onde uma presta assistência à outra, devido a uma limitação de capacitação técnica ou tecnológica. Tanto na assistência técnica entre produtor e consumidor, quanto fornecedor e produtor, há um ingresso do ator privado. Ademais, existe uma clara assimetria entre os atores envolvidos. O

---

<sup>4</sup> C.f. MRE. Agência Brasileira de Cooperação: Diretrizes para o desenvolvimento da cooperação técnica internacional

termo assistência técnica, extraído do mesmo dicionário do termo cooperação internacional, “é uma expressão utilizada para designar a ajuda fornecida, sob a égide da ONU, pelos Estados com **estrutura econômica adiantada** aos países **insuficientemente desenvolvidos**, a fim de colocar à disposição destes, meios técnicos que lhe fazem falta para promover suas economias” [grifo nosso]. (Soares, 1994).

É necessário ressaltar que no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU), o conceito de cooperação internacional nasceu de uma disputa ideológica e geopolítica entre Estados Unidos e União Soviética para manterem suas zonas de influência ao final da II Guerra Mundial. O termo cunhado era o de “ajuda” sob o pretexto de reconstrução da Europa e para aliviar os efeitos da pobreza dos países subdesenvolvidos (Cervo, 1994).

Em virtude das peculiaridades que envolvem as cooperações, foi adotada uma taxonomia (baseada na classificação do MRE e da Assessoria de Cooperação Internacional [ASCIN/CNPq]) que será utilizada nesta tese, em observância à nomenclatura utilizada pelos organismos internacionais<sup>5</sup> que as dividem em três **modalidades**:

- 1) Cooperação Recebida: é aquela que o país obteve por legado e possui um cunho mais assistencial com o objetivo de atender a uma necessidade ou demanda interna. Em alguns casos independe até mesmo do estabelecimento de relações diplomáticas entre Estados e poderá ser feita por meio de organismos internacionais, de promoção e de assistência social;
- 2) Cooperação Prestada: ocorre como uma complementação da cooperação recebida, onde o principal objetivo é a atenção à primeira. A cooperação prestada também pode ser entendida como voltada ao atendimento das necessidades e demandas de outros países, tal como ajudas humanitárias;

---

multilateral e bilateral. 2ª Edição. Set.2004.

<sup>5</sup> C.f Banco Mundial ([www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)), ONU – diversos artigos

- 3) **Cooperação Mútua:** neste tipo de cooperação não existe apenas um beneficiário, pois se presume que as partes que compõem a cooperação auferem benefícios mútuos por meio do intercâmbio de conhecimentos, experiências, tecnologia, produtos e serviços.

Além da divisão por modalidade, vista anteriormente, uma outra classificação igualmente importante é proposta para identificar as formas de cooperação internacional. Neste contexto, de acordo com critérios geopolíticos, existem basicamente duas **formas** de cooperação internacional:

- 1) **Cooperação bilateral,** realizada entre governos ou instituições de dois países. É a modalidade mais utilizada, tendo em vista a utilização de instrumentos diplomáticos específicos<sup>6</sup> para cada evento. O principal deles é o acordo-quadro, onde são definidas as áreas de interesse (por exemplo, C&T) e posteriormente se fazem acordos específicos (por exemplo, como um avanço na área científica, se faz um acordo na área espacial);
- 2) **Cooperação multilateral,** entre um país ou uma instituição nacional e um organismo internacional, ou entre vários países. As fontes financiadoras podem ser de natureza governamental ou privada. A Cooperação Multilateral possui um maior custo de coordenação, tendo em vista uma quantidade maior de atores envolvidos.

Por fim, uma terceira classificação por tipos ou finalidades é apresentada, sendo composta por:

- 1) **Cooperação técnica** tem uma característica técnico-assistencial. Compreende-se pela transferência ou absorção de conhecimentos técnicos e se aproxima do conceito de assistência técnica;
- 2) **Cooperação científica e tecnológica** compreende o intercâmbio e/ou desenvolvimento conjunto de novos conhecimentos proporcionando maiores oportunidades de capacitação de recursos humanos e, por conseguinte, o desenvolvimento socio-econômico;

---

<sup>6</sup> No Anexo 4 desta tese são apresentados os conceitos referentes aos principais instrumentos diplomáticos utilizados para a realização de acordos diplomáticos.

- 3) Cooperação financeira compreende o financiamento de atividades de pesquisa para o fortalecimento e/ou modernização de estrutura física, aquisição de equipamentos, assistência técnica e capacitação de recursos humanos, em caráter reembolsável ou a fundo perdido (não reembolsável).

Em síntese, valendo-se dos subsídios conceituais apresentados, a definição da cooperação em estudo que doravante utilizaremos para a análise do Programa CBERS, que será apresentado nos capítulos subseqüentes, é que se trata de uma cooperação mútua e bilateral na área científica e tecnológica. Esta definição será utilizada como fio condutor da análise do programa.

A cooperação científica internacional com países em desenvolvimento é predominantemente Norte-Sul. Para os países em desenvolvimento, ela tende a ser uma cooperação recebida, havendo um fluxo de conhecimento em uma única direção. Nesse contexto, a cooperação Sul-Sul no lugar da cooperação Norte-Sul surge como uma alternativa bastante razoável para a superação de entraves em comum. Por outro lado, existem maiores chances de descontinuidade dos programas, dados os problemas de ajuste macroeconômico que a maioria dos países do terceiro mundo enfrenta, o que não anula, entretanto, a importância da realização desses acordos como um elemento importante da própria política nacional de desenvolvimento científico e tecnológico.

Para tanto, os fatores de desconfiança e os riscos políticos das iniciativas marcadas pelo desequilíbrio científico, tecnológico e financeiro entre os parceiros devem receber uma atenção maior, bem como haver um maior detalhamento em fases intermediárias do projeto a fim de equacionar eventuais problemas que certamente existirão em projetos tecnológicos de países em desenvolvimento.

## **1.2 A Cooperação Internacional em C&T no Brasil**

No que se refere à política de cooperação internacional na área de C&T no Brasil e em particular na área espacial, verificamos que não existe uma orientação muito clara de como proceder

no tocante a seu estabelecimento, pois ainda é vista como uma cooperação *ad hoc*, algo eventual e segmentado. Muito embora exista um relativo consenso em relação ao caráter estratégico da cooperação e o caráter pacífico do país, com uma considerável massa crítica desenvolvida e algumas instituições científicas com níveis compatíveis com instituições de ponta localizadas no exterior, a política de cooperação internacional na área de C&T possui equívocos desde a sua origem, passando pela execução e avaliação<sup>7</sup>.

Um argumento que pode, em parte, explicar o fraco desempenho das políticas de cooperação em C&T pode ser capturado da análise de Herrera (1975) para a interação entre atividades de C&T e o setor produtivo. Neste estudo, Herrera contrapõe dois tipos de política: a implícita e a explícita<sup>8</sup>.

O autor entende por política explícita a política oficial de C&T, expressa em leis, regulamentos e estatutos; e por política implícita aquela correspondente à “real” demanda de C&T do país, a qual seria definida pelos interesses de suas elites dominantes (pp. 106-107).

Herrera (1975) conclui, em sua análise, que embora as classes governantes tenham tido, de fato, a intenção de criar sistemas próprios de pesquisa, isso não se desdobrou em resultados tangíveis para os países latino-americanos. Esse descompasso entre oferta e demanda da ciência e da tecnologia gerada localmente resulta, sobretudo, no papel hegemônico das burguesias industriais estrangeiras no desenvolvimento do capitalismo industrial nos países da Periferia e na América Latina, em especial.

Desde a segunda metade dos anos sessenta, o Regime Militar, em vigor no país, adotou o projeto Brasil Grande Potência, cujo objetivo era a formação de uma comunidade assentada no nacionalismo e desenvolvimentismo e na afirmação de capacidade tecnológica no país. Segundo

---

<sup>7</sup> A avaliação das políticas e das instituições de C&T é ainda pouco sedimentada no Brasil, e em muitas vezes restrita, à comparação de indicadores ao longo dos anos, o que não reflete, sobremaneira, o avanço no conhecimento das instituições, dada a sua multidisciplinaridade. Critérios como número de artigos em revistas indexadas, número de doutores formados e número de patentes nem sempre funcionam como bons indicadores.

<sup>8</sup> Com essa tipologia, Herrera pretende dar conta da aparente ambigüidade existente entre o fato de os governos Latino-Americanos investirem vultosos recursos na formação de um parque de C&T sem proporcionar, no entanto, condições para que este venha a ter um papel efetivo e central no desenvolvimento econômico-industrial da região. Aqui, a “política explícita” nada mais seria do que uma fachada a esconder, por trás do verniz de governo modernizador que tal política empresta, aquela que seria a sua verdadeira intenção, qual seja, a de “construir aparatos científicos e

Burgos (1999:36), “as razões da centralidade atribuída a C&T pelos militares remontam aos anos 40, quando do início da percepção de que a autonomia tecnológica constituía uma dimensão estratégica para as forças armadas. Agora [anos sessenta], porém, o que orienta a ação dos militares é uma influente ideologia, resultado do alargamento de sua doutrina da segurança nacional e da sua conversão ao projeto Grande Potência”. Esse projeto nacional reservou um papel mais importante para ciência e tecnologia gerada nos setores considerados estratégicos.

A importância da política de C&T no período militar, tornando-a um projeto de Estado e de longo prazo, colocou a questão da cooperação internacional como uma prioridade. Inicialmente, mantendo contatos com países desenvolvidos e, a partir da década de 70, processou-se a Cooperação Técnica entre Países em Desenvolvimento (Cervo, 1994).

Cervo (1994) aponta que, do final dos anos 60 ao início dos anos 80, foram criadas as melhores condições internacionais para o desempenho da Cooperação Técnica Internacional (CTI) no Brasil. Essa afirmação deveu-se à inserção racional da CTI na política externa, à capacitação para determinar fins próprios para a CTI e não aceitar aqueles definidos pelos países avançados, à montagem de um sistema nacional articulado de gerência da cooperação técnica, à implantação de agências internas preparadas para cooperar, e, finalmente, à filosofia desenvolvimentista.

Entretanto, historicamente, a Política de Ciência e Tecnologia no Brasil esteve focada no aspecto científico e desconectada de uma competitividade tecnológica que pudesse credenciar as empresas nacionais à liderança no comércio internacional de produtos com maior valor agregado. Sendo assim, esta foi utilizada como um suporte para o desenvolvimento da ciência. Note-se que, nos anos oitenta, a pesquisa científica estava concentrada nas universidades públicas e as cooperações internacionais, materializadas no estabelecimento de intercâmbios científicos, buscaram a formação de recursos humanos no exterior<sup>9</sup>. Entretanto, após a volta destes profissionais, muitos permaneciam vinculados aos grupos de pesquisa no exterior e não havia uma diretriz clara de como esse conhecimento poderia colaborar com a política de C&T vigente no país.

---

tecnológicos que se limitem a cobrir reduzidas necessidades do sistema sem questionar os supostos fundamentais do mesmo” (Herrera, 1975, p.111).

<sup>9</sup> Segundo Schwartzman (1992) os dispêndios para concessão de bolsas, sobretudo de doutorado, no exterior eram até 1986 superiores aos recursos no Brasil em face da necessidade de formação de RH em áreas nas quais o Brasil era notoriamente carente.

Assim, no início dos anos 80, o Brasil já havia avançado muito no domínio do conhecimento técnico e buscava agora o avanço tecnológico “que não era objeto da generosidade distributiva das nações mais avançadas” (Cervo, 1994: 38).

Entretanto as políticas de cooperação internacional em C&T priorizaram uma cooperação no estilo “Norte-Sul”, em que os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) eram os principais pólos da cooperação. Além das cooperações ocorridas entre instituições, existiam grandes cooperações por intermédio de programas sólidos, como por exemplo: MEC-USAID, Financiamento da Fundação Ford, no caso norte-americano<sup>10</sup>, Programa CAPES-COFECUB, no caso francês; Programas do *British Council*, no caso britânico; Programa DAAD, no caso alemão; Programa *Mobushuo*, no caso japonês. A síntese desses programas era sempre prover recursos financeiros e abrir as portas das principais instituições para intercâmbios científicos, alguns deles voltados para a formação de recursos humanos e treinamentos de curta duração.

O fenômeno da Cooperação Técnica Internacional (CTI) despertou o interesse de várias instituições no Brasil, tendo em vista que a cooperação com um país avançado é considerada um indicativo de ‘avanço’ institucional. Entretanto, esta aproximação é apenas o primeiro passo, sendo necessária uma estratégia definida na forma de uma política pública interna de aproveitamento dos ganhos científicos e tecnológicos e um posterior espraiamento para outras áreas. Esse deslocamento denota claramente uma falta de coordenação das ações e uma visão pouco contextualizada das atividades de C&T por parte dos formuladores de política.

Ademais, os planejamentos de médio e longo prazo foram relegados ao segundo plano, não havendo política, diretrizes nem prioridades claramente estabelecidas e definidas para a CTI. Gama (2004) aponta, ainda, que os programas que contam com parceiros internacionais e/ou fontes externas de financiamentos dificilmente refletem as prioridades reais de desenvolvimento nacional<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Schwartzman (1992) afirma que: “Instituições estrangeiras de apoio à pesquisa desempenham papéis importantes no Brasil, mas não chegam a dominar. A Fundação Ford, em 30 anos de atividade no país, dispendeu cerca de 77 milhões de dólares, concentrados principalmente na área de ciências sociais”.

<sup>11</sup> Amorim (1994:161) complementa: “Tudo o que foi dito até aqui pareceria indicar que não haveria lugar para a cooperação científica e tecnológica entre nações de níveis distintos de desenvolvimento, o que não corresponde, obviamente, à verdade. Em primeiro lugar, no que tange especificamente à cooperação científica, todos sabemos que a

Uma solução paliativa seria uma cooperação com uma divisão mais equilibrada e mais abrangente, onde os custos do projeto, o gerenciamento e a tecnologia fossem partilhados de maneira eqüitativa.

Não existe, contudo, um consenso sobre as principais formas de cooperação nem tampouco instrumentos consolidados que possam orientar uma política de aproveitamento das capacitações e do aprendizado adquirido. Estas conclusões formaram a base do argumento do Livro Verde, lançado pelo MCT em 2001. O Livro Verde tinha por objetivo apresentar as principais ações na área de C&T como forma de orientar as ações políticas. Seguindo a metodologia de trabalho, este se transformou em Livro Branco, no ano de 2002, apresentando os principais resultados alcançados até aquele momento do que fora proposto no livro Verde.

Como principais conclusões do estudo, o Livro Branco aponta para uma nova direção para cooperação internacional na área de C&T. Tradicionalmente, a pesquisa do país é realizada em universidades e institutos públicos de pesquisa que canalizam as cooperações internacionais em instituições públicas. O documento busca orientar esforços para a mudança do foco para a empresa nacional<sup>12</sup>, todavia, sem explicitar qual o conceito de empresa nacional<sup>13</sup>, além de buscar dinamizar a participação do país nas redes internacionais de pesquisa.

Um ponto importante ressaltado no documento final é, ainda, a fraqueza institucional, como fica evidente na seguinte afirmação: “O avanço da política brasileira de cooperação internacional em CT&I seria muito facilitado por uma **institucionalidade adequada, com a criação de um mecanismo de coordenação no seio do Executivo**; um enlace específico entre o Ministério de Ciência e Tecnologia e o Ministério das Relações Exteriores; um Fórum Nacional de Cooperação Internacional, que congregaria todos os atores interessados e se reuniria anualmente, com

---

comunidade de pesquisadores se caracteriza por uma grande permeabilidade. Congressos e conferências internacionais, bem como programas bilaterais de cooperação, são modos pelos quais a informação e os conhecimentos são disseminados, com evidentes benefícios para os que deles participam”.

<sup>12</sup> Este tipo de situação seria, em grande parte, beneficiada pela criação da Lei de Inovação Tecnológica, aprovada pela lei 10.973/2004, de 02/12/2004, e regulamentada no final de 2005, que criou mecanismos de incentivos fiscais para pesquisa e estabeleceu padrões para que pesquisadores de instituições públicas pudessem realizar pesquisas em empresas privadas.

desdobramentos regionais, estaduais e setoriais; dois comitês consultivos de cooperação internacional, de composição acadêmica e empresarial; e um portal ou redes de informação e gestão”. [grifo nosso] (MCT - Livro Branco, 2002: 73).

A afirmação supracitada expõe uma necessidade de coordenação de esforços para que a política de cooperação internacional da área de C&T consiga lograr um êxito maior. Além dos esforços de coordenação, as políticas, também, carecem de um embasamento em estudos prospectivos para identificar os principais nichos cooperativos e agregar esses nichos à política nacional. Por fim, faz-se necessário ressaltar que o conceito desenvolvido por Herrera, nos anos setenta, de política explícita e implícita, ainda é bastante atual como forma de entender esta fraqueza institucional e, por conseguinte, um descolamento das formas e políticas de cooperação e inseri-lo num projeto maior de desenvolvimento na área de C&T nacional, indicando que a área de cooperação internacional continua sendo um item importante da agenda política, porém ainda sem apresentar transformações significativas.

Um aspecto a ser trabalhado dentro dos mecanismos de cooperação internacional consiste em analisar se os atores nacionais envolvidos reúnem condições para desenvolver as cooperações em co-desenvolvimento. Historicamente, como mencionamos, as cooperações no Brasil tinham um caráter mais assistencialista e com uma clara assimetria entre a instituição nacional e a instituição internacional.

Não obstante, para se promover uma mudança nesses rumos da cooperação, é imperativa a existência de um maior equilíbrio institucional, sob pena de não se potencializarem os ganhos que uma cooperação científica e tecnológica poderá trazer ao país. No tocante a este aspecto, se faz necessário uma avaliação institucional a fim de que se possa adequar o objeto da cooperação às reais possibilidades tecnológicas das instituições.

---

<sup>13</sup>Foi proposta a Emenda Constitucional nº 06 de 15 de agosto de 1995 modificando o conceito de empresa nacional.

### 1.3 A Cooperação Internacional Tecnológica e a Mudança Organizacional

Os programas espaciais são considerados programas *mission oriented*, em que o conteúdo tecnológico é tratado por equipes multidisciplinares. As soluções para um problema de engenharia são discutidas por vários departamentos dentro do projeto para que a solução não afete a confiabilidade dos sistemas. O desenvolvimento de um projeto em cooperação necessita de maiores cuidados ainda, tornando a questão organizacional um dos pontos centrais para o sucesso da cooperação, sobretudo pela necessidade de se minimizar a probabilidade de falhas no projeto.

Neste contexto, a cooperação internacional em programas tecnológicos normalmente requer uma modificação institucional para que o seu sucesso seja alcançado. Assim, deve-se atentar para três importantes aspectos:

- 1) O objetivo central da cooperação: no caso em estudo, o objetivo central da cooperação sino-brasileira é a produção em co-desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto;
- 2) O objeto fruto da cooperação: a cooperação tecnológica tem por objetivo a geração de um produto, sendo necessário atentar se o produto gerado pela cooperação é compatível com o seu objetivo central.
- 3) A instituição receptora da cooperação: quais os requisitos que a instituição receptora deve possuir para atender ao objetivo da cooperação.

Este modelo baseia-se nas premissas dos programas de cooperação internacional da Agência Espacial Européia e na Cooperação da Estação Espacial Internacional, a qual veremos com maiores detalhes no capítulo dois deste trabalho. Assim, identificamos ser de fundamental importância que haja uma mudança ou pelo menos uma adaptação organizacional para que a instituição conviva de maneira fluida com os preceitos da cooperação. Esta preocupação se intensifica caso imaginemos as

---

Sobre a discussão do conceito, vide Dagnino (2003) e Agra (2003).

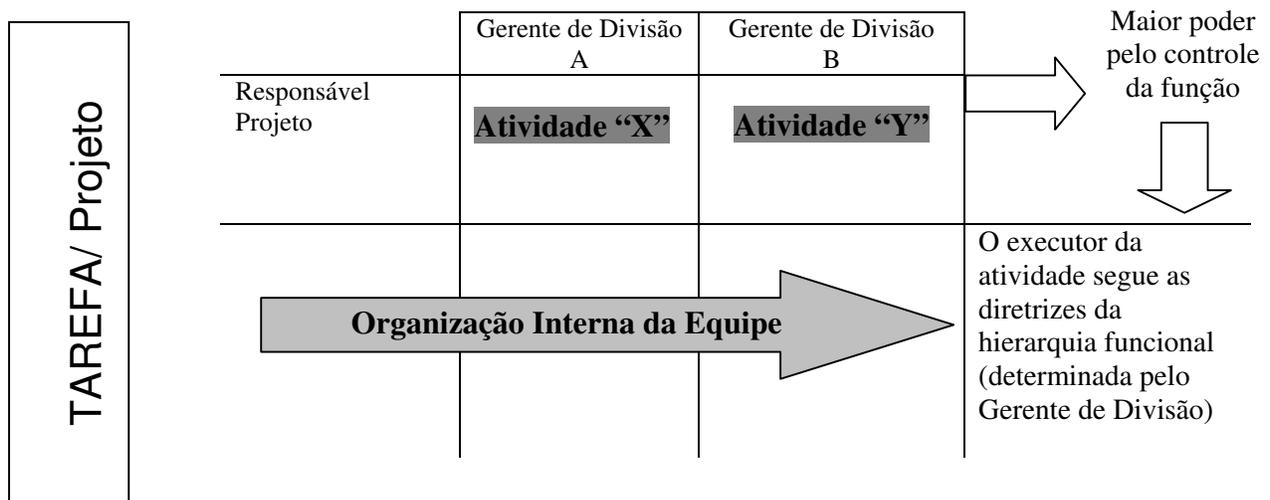
características da cooperação sino-brasileira: uma cooperação bilateral sul-sul, cujos aspectos mais representativos são o co-desenvolvimento tecnológico e a divisão de responsabilidades.

Um modelo bastante difundido de gestão de programas tecnológicos multidisciplinares é a gestão de projetos de forma matricial, utilizada pela agência espacial norte-americana e francesa, além da agência espacial européia, um exemplo bastante representativo de cooperação internacional multilateral (Querido Oliveira, 1998, Sadeh, 2002).

No tocante a este modelo de gestão, existe uma particularidade na hierarquia do projeto. Em muitas situações, o responsável pelo processo (gerente do projeto) tem menos autoridade sobre a equipe do projeto que os gerentes de divisão. Quando isto ocorre, os membros da equipe, ou funcionários, trabalham para o projeto e não para o seu gerente, dentro das unidades funcionais (ou divisões). São os gerentes de divisão que são responsáveis pela atribuição de funções da equipe. São eles que estão a par das principais dificuldades e avanços do projeto no tocante ao aprendizado.

Ao gerente de projeto cabe a função de harmonizar e compatibilizar as contribuições técnicas dentro do escopo do projeto, sem, contudo, exercer autoridade formal sobre a equipe. Em outras palavras, a gestão matricial requer uma intensa negociação entre os responsáveis pelas unidades (gerentes de divisão) e o responsável pelo processo (gerente de projeto).

**Figura 1.1: Esquema Básico da Gestão Matricial**

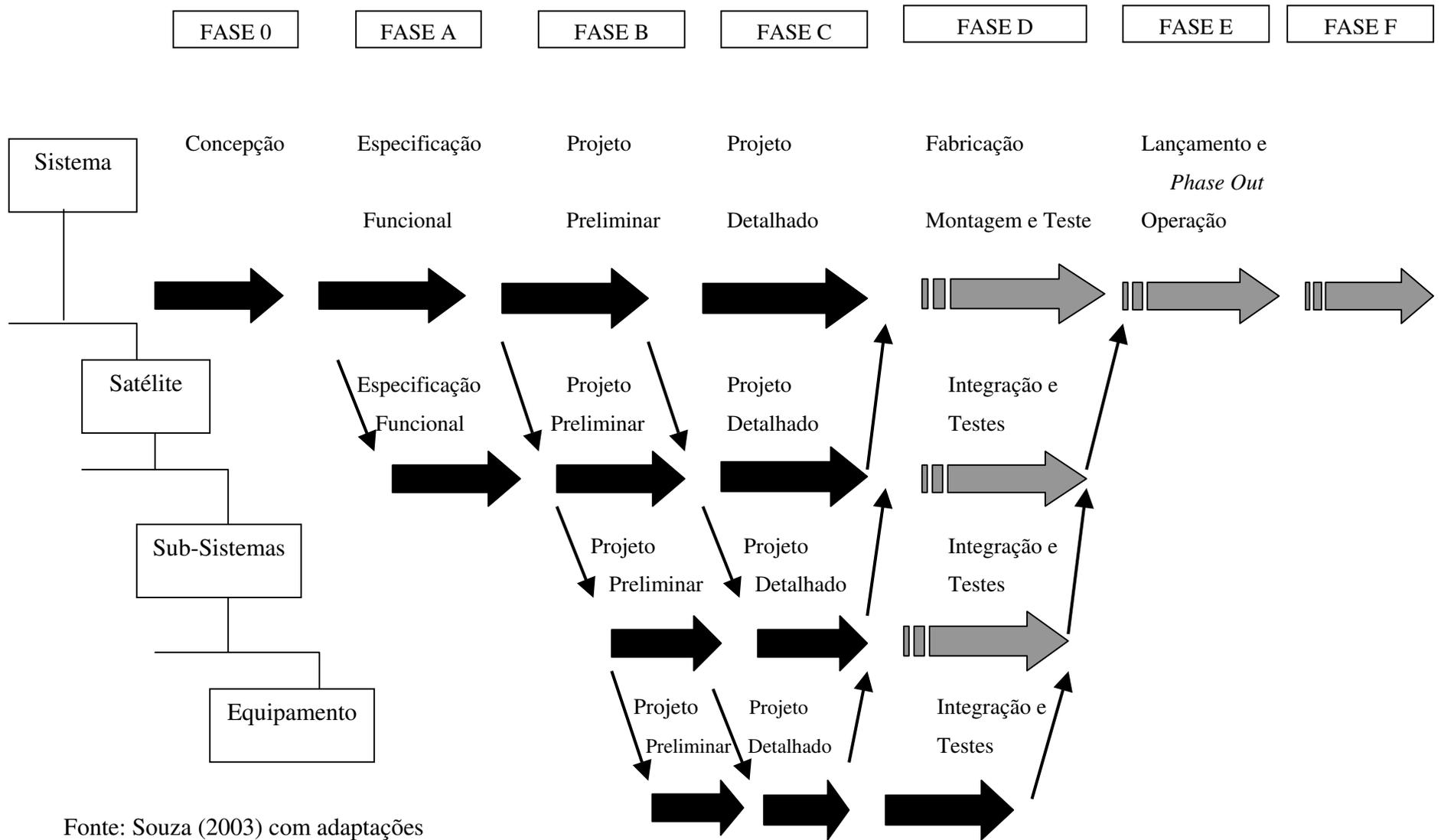


Fonte: Adaptado de Maximiano (1997) e NASA (2002)

O esquema de gestão matricial também funciona bem quando há divisão de responsabilidades e o projeto é fracionado em sistemas e subsistemas. É discutida a concepção geral e definidos os marcos mais importantes, em seguida são atribuídas a cada gerência suas responsabilidades e é feita uma organização interna das equipes para que exista uma certa harmonização de procedimentos e definam-se o tempo e o custo das etapas do projeto.

No tocante às variáveis “custo” e “tempo” das etapas do projeto, o questionamento poderia advir da especificidade dos sistemas e da falta de parâmetros claros para a comparação. Entretanto, como método de controle do tempo do programa, podemos utilizar como parâmetro o ciclo de vida do projeto espacial, a fim de estabelecer o controle temporal desejado. O suporte para as fases do ciclo utilizará como parâmetro a figura 1.2. Para efeitos demonstrativos, o organograma será reproduzido de forma parcial com as principais fases de projeto.

**Figura 1.2: Ciclo de Vida de Um Projeto Espacial**



Fonte: Souza (2003) com adaptações

Conforme mostrado na Figura 1.2, o ciclo de vida de um projeto espacial é composto de sete fases (Fase 0, A, B, C, D, E e F), com o nível de detalhamento se aprofundando, em conformidade com a complexidade e detalhamento do projeto. As etapas se iniciam pela concepção do Sistema, seguidas das Especificações Funcionais; Projeto Preliminar; Projeto Detalhado; Fabricação, Integração e Testes; Operação e Lançamento; e Conclusão do Projeto (*Phase-out*).

Na **fase 0**, onde se dá a concepção do sistema, objetiva-se desenvolver o esboço do projeto por meio da configuração dos parâmetros da missão. Em outras palavras, a concepção do sistema significa pensá-lo de forma integrada, enquanto que são feitas as definições nos outros três segmentos (usuários, solo e lançador).

Na **Fase A**, são feitas as especificações funcionais do sistema e do satélite. O esquema do ciclo de vida do projeto espacial denota a existência de uma inter-relação entre o sistema e o satélite, onde a especificação funcional do satélite é variável e dependente da especificação funcional do sistema.

Na **Fase B**, são feitos os projetos preliminares dos sistemas, satélites, subsistemas e equipamentos. Tendo em vista a forma integrada e sistêmica da Missão Espacial, uma das etapas mais abrangente para a conclusão do projeto é o desenvolvimento das especificações dos projetos mais específicos. Essa fase se encerra com a conclusão da Revisão Preliminar de Projeto (PDR). A PDR tem por objetivo tanto processar os ajustes necessários para a manutenção do conceito da missão, de acordo com as especificações funcionais e a concepção geral da missão, processadas nas fases anteriores do projeto, bem como corrigir eventuais falhas de projeto.

A **Fase C** do projeto preocupa-se em desenvolvê-lo em detalhes, observando-se os requisitos da missão e corrigindo eventuais falhas. No caso do Programa CBERS, foi instituído o *Joint Project Review* (JPR), vinculado ao *Joint Program Committee* (JPC) – órgão superior responsável pela tomada das decisões referentes ao projeto, instituído como fórum de discussões e aprovação dos projetos CBERS. Dando continuidade ao ciclo de vida do Projeto Espacial, a fase C é concluída com a aprovação da Revisão Crítica do Projeto (CDR) como a última etapa antes da fabricação dos componentes. Nesta etapa são desenvolvidas todas as especificações que servirão como suporte à aquisição ou licitação dos componentes.

Na **Fase D**, os componentes são construídos, testados e qualificados. Na verdade, o processo de engenharia e tecnologia espacial contempla a construção de dois “modelos de satélites”, um denominado Modelo de Qualificação (MQ), que tem por objetivo verificar se a concepção da missão foi atingida e “materializada”. Ademais, o modelo de qualificação também passa pelos testes ambientais, de vibração, interferência eletromagnética, de massa e de potência. Após a aprovação, considerado-se o satélite qualificado para a Missão, é então feito o Modelo de Vôo (MV).

A **Fase E** consiste na união dos quatro principais sistemas (Solo, Espacial, Usuários e Lançador) para efetuar o lançamento e operação do artefato. Nesta fase, também é feito um conjunto de testes para o lançamento. Após a conclusão do lançamento com êxito, ainda são necessárias manobras para a operacionalização do segmento espacial – no caso, o satélite da missão.

A **Fase F** é caracterizada pelo fim do ciclo de vida útil do projeto. No caso específico do Programa CBERS, essa fase iniciou-se quando o satélite deixou de enviar imagens, quatro anos após o seu lançamento.

Por meio da adoção do modelo de gestão de programa, podemos então adequar a instituição aos projetos tecnológicos multidisciplinares e aos requisitos de confiabilidade necessários ao sucesso da missão espacial para, assim, obtermos ganhos com o seu desenvolvimento. Tais ganhos serão analisados na seção seguinte.

#### **1.4 A Cooperação Internacional em C&T e o Aprendizado Científico e Tecnológico: O Papel da Interação entre os Atores**

Desde o pós-Guerra, existe um debate nos países de industrialização tardia, a exemplo do Brasil, acerca da geração ou importação de tecnologias. Este aspecto também permeia as decisões acerca das tecnologias espaciais como um componente crítico a mais. Podemos caracterizar os programas espaciais como programas que envolvem lógicas multifacetadas, tendo em vista a existência de tecnologias duais, ações reguladas por interesses militares e um componente estratégico que, às vezes, se sobrepõe à “lógica” comercial.

Dois casos significativos sobre este domínio intelectual podem ser evidenciados na tecnologia do *Global Position System* (GPS) – gerada pelos militares americanos e durante muito tempo submetida ao rígido controle das forças armadas daquele país que permite localizar objetos no globo terrestre com uma pequena margem de erro de posicionamento. No tocante à tecnologia utilizada no Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM), também de propriedade norte-americana, parte das informações do sistema é enviada primeiramente aos EUA, onde funciona o centro de triagem dessas informações para posteriormente serem repassadas ao Brasil<sup>14</sup>. Em ambas as situações, o monopólio do conhecimento garante aos EUA o privilégio da informação e, eventualmente, até mesmo a não cessão das informações, mesmo havendo pagamento por elas<sup>15</sup>.

Neste contexto existem restrições à utilização de tecnologias importadas, que poderiam ainda sofrer alguma sanção no aspecto informacional. Uma informação errada ou incompleta poderia subsidiar uma decisão também errada, trazendo prejuízos aos que dela dependem. Desta forma, faz-se necessário, a cada dia, a diminuição da dependência desta informação ou deste conhecimento para os processos decisórios das empresas e nações. Drucker (1996) aponta que o conhecimento de ponta tornou-se efetivamente o único recurso realmente importante no ambiente contemporâneo, o qual desperta interesse nos meios científicos, acadêmicos e governamental, em função das suas implicações políticas, econômicas e sociais.

Não obstante, por se tratar de um programa tecnológico que envolve uma gestão de projeto e um aspecto organizacional bastante rígidos, conforme apresentado na seção anterior, devemos atentar também para os aspectos tecnológicos que envolvem o projeto.

O conceito de inovação<sup>16</sup> explorado na tese é o mesmo apontado por Dosi (1988:222): “A inovação diz respeito à busca e à descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e à adoção

---

<sup>14</sup> Cf. Informações no site do SIVAM ([www.sivam.gov.br/TECNO/subrec221.htm](http://www.sivam.gov.br/TECNO/subrec221.htm)) [como os dados de satélites serão obtidos?] “Através de estações terrenas de recepção do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do SIVAM, e de um ou mais dentre os seguintes satélites: LANDSAT, SPOT, ERS-1, NOAA, GOES, Satélite Sino-Brasileiro (CBERS) e JERS (Japão), entre outros. **No caso das imagens adquiridas através do INPE**, após o pré-processamento básico indispensável, os dados serão remetidos por meio de discos óticos ou fitas magnéticas para Brasília....” [grifo nosso]. O SIVAM foi apontado na época de sua implantação como uma barganha comercial entre o Comando da Aeronáutica e a empresa norte-americana Raytheon. Na época do negócio a empresa francesa Matra foi desclassificada sem razões aparentes.

<sup>15</sup> No caso da Guerra do Golfo Pérsico, no Afeganistão, e das Malvinas, os norte-americanos restringiram a comercialização de imagens *Landsat* – um programa comercial – dos locais da guerra para terceiros.

<sup>16</sup> Existe ainda uma separação entre a Inovação Radical (ou primária) e a Incremental, onde a primeira conduz a mudanças no mercado concorrencial e a segunda conduz a aperfeiçoamentos graduais. Para maiores detalhes vide Rocha Neto (2004).

de novos produtos, novos processos de produção e novos arranjos organizacionais”. Aditivamente, e seguindo o conceito apontado por Schumpeter (1988:48), a inovação está associada ao desenvolvimento econômico, sendo percebida em cinco situações:

1) Introdução de um novo bem: neste contexto, a criação de um novo bem pode representar uma inovação radical, em que, normalmente, surge um novo paradigma; ou um bem sofre uma inovação incremental, aproveitando-se da antiga plataforma tecnológica, como forma de se produzir melhorias nela. No caso do programa CBERS, as câmeras CCD, IRMSS e WFI são exemplos deste tipo de inovação.

2) Introdução de um novo método de produção: o caráter inovativo se observa pela implementação de um método que ainda não tenha sido testado no processo produtivo daquele segmento industrial. Não obstante, o novo método de produção não precisa ser baseado numa descoberta científica, podendo se tratar de uma adaptação a um método de produção já existente<sup>17</sup>, por exemplo. No que se refere ao caso do programa CBERS, vários tipos de inovação foram verificados, sobretudo na indústria<sup>18</sup>.

3) Abertura de um novo mercado: trata-se de um mercado onde a indústria em questão ainda não tenha sido inserida, quer este mercado tenha existido ou não. Em relação ao Programa CBERS, o sucesso do satélite abriu as portas para o mercado de imagens de satélite, tradicionalmente dominado pelos satélites *Landsat*, *Spot*, *Radarsat*, *Ertis*.

4) Conquista de uma nova fonte de matérias-primas ou bens semimanufaturados: os novos processos, às vezes, podem condicionar a descoberta ou a utilização de uma nova fonte de matérias-primas.

5) Estabelecimento de uma nova forma de organização de qualquer indústria: pode condicionar a criação de um monopólio ou a fragmentação de um monopólio.

---

<sup>17</sup> A Difusão dos métodos *fordista*, *taylorista*, *kanbam*, *kaysen*, originados em sua maioria na indústria automobilística, são exemplos de processos introduzidos em outras áreas.

<sup>18</sup> Para maiores detalhes vide Furtado & Costa Filho, 2001 e Furtado & Costa Filho 2003.

Nas últimas décadas, ganhou fôlego a tese de que a inovação tecnológica recebe uma grande influência do meio na qual está inserida, contribuindo para que o processo inovativo faça parte de um processo interativo. Neste aspecto, a inovação tecnológica necessita da presença de diversos agentes, reforçando a importância do meio em que estão inseridos. Este se torna o argumento central para identificarmos, no processo de inovação organizacional e tecnológica do INPE, o papel dos chineses como contribuintes nesse aprendizado.

Nesse contexto, a abordagem neoschumpeteriana enfatiza a interdependência sistêmica que existe entre atores formalmente independentes (Lundvall, 1988). Essa visão é sintetizada pelo conceito de “Aprendizado por Interação” (*Learning by Interacting*), que consiste no argumento da inovação assumir a forma de um processo interativo, baseando-se em um contínuo intercâmbio de informações e procedimentos de cooperação direta (Lundvall, 1988, p. 352 - 353).

A concepção de aprendizado interativo fundamentou dois importantes conceitos presentes na abordagem neoschumpeteriana: os sistemas de inovação e as redes de firmas. Na primeira concepção, que se relaciona aos sistemas de inovação, é enfatizada a interação entre diversos elementos participantes do processo de inovação, percebido como um processo cumulativo, de permanente retro-alimentação, tendo em seu centro a empresa. Lundvall (1988) contribuiu para a reflexão apontando a interação entre o produtor e o usuário como promotora da inovação tecnológica. Freeman (1988) avançou na direção da criação do arcabouço apontando, também, o caráter social e institucional da inovação dentro dos sistemas de inovação.

Entendemos que, como premissa básica ao aprendizado tecnológico por interação, a firma necessita desenvolver uma capacidade tecnológica no intuito de absorver as tecnologias eventualmente transferidas.

Sobre as capacidades tecnológicas, estas são definidas como as capacidades de adquirir, assimilar, usar, adaptar, mudar ou criar tecnologia em três âmbitos: (i) na operação, isto é, no exercício das atividades correntes de produção, administração e comercialização; (ii) no investimento, ou seja, na execução de novos projetos; e (iii) na inovação, envolvendo a capacidade de buscar internamente inovações maiores de produtos e processos e de desenvolver pesquisa básica. (*Dahlman & Westphal., 1982*).

Lall (1982,1987) definiu capacidade tecnológica como um esforço tecnológico interno para dominar tecnologias, adaptando-as às condições localmente determinadas, aperfeiçoando-as e até mesmo exportando-as. Aditivamente, Enos (1991) reforçou o ponto relativo ao esforço interno e concentra a análise no envolvimento do conhecimento técnico (*know-how*) e a instituição.

Posteriormente, Hasenclever & Cassiolato (1998, p. 310) definiram a capacitação tecnológica como “o conjunto composto pela tecnologia, habilidades individuais e capacidades organizacionais”, ou ainda como “o conjunto de conhecimento codificado – explícito em normas, procedimentos e manuais – e de conhecimento tácito (implícito nas rotinas da empresa e na sua experiência acumulada) que uma empresa domina”.

Furtado et all (1994:9) complementa que o conceito de capacitação tecnológica foi criado para refletir de maneira mais ampla a mudança técnica que ocorre, principalmente, nos países periféricos. A distinção entre países centrais e periféricos se faz necessária porque, nas teorias tradicionais, aos países periféricos só restavam o papel de meros receptores de tecnologia, gerada pelos países centrais, impossibilitando-os de obterem ganhos com o processo de inovação<sup>19</sup>.

Ademais, Cohen & Levinthal (1989) afirmaram que a capacidade tecnológica é adquirida por intermédio do processo de aprendizado tecnológico que requer capacidade de absorção de tecnologia. Para que esta capacidade tecnológica seja implementada, se faz necessário o esforço em prol do aumento da base de conhecimento existente e aumento nos gastos em P&D. O conhecimento, neste contexto, torna-se um elemento essencial do aprendizado tecnológico.

Costa (2003:42) concluiu que: “Apesar do foco nas firmas, a abordagem da capacitação tecnológica fornece alguns elementos importantes para a análise do caráter sistêmico do aprendizado tecnológico”.

---

<sup>19</sup> Como marco inicial temos na América Latina uma forte influência das idéias cepalinas. Dentre as contribuições destacam-se Vaitsos (1974), Cardoso (1977), Erber (1983) e Viotti (1997). A principal contribuição dessas idéias é a análise do processo de aprendizado “incremental” em países em desenvolvimento, em detrimento do aprendizado “radical” nas empresas das matrizes desenvolvidas. Esses estudos resultaram em esforços para a diminuição das assimetrias entre os setores fornecedores e receptores tecnológicos. Um segundo grupo reforçou suas contribuições na melhoria tecnológica em empresas, sem se preocupar com o macroambiente político e sem identificar os diferentes níveis dos conhecimentos tecnológicos. Neste último grupo, destacam-se Katz (1978) e Maxwell (1977).

Neste contexto, embora o arcabouço teórico da inovação apresentado seja aplicado com uma regularidade maior em estudos da firma e não de institutos públicos, existem importantes elementos na teoria que podem ser aplicados aos Institutos Públicos que desenvolvem projetos tecnológicos, tendo em vista que os elementos construtores do aprendizado e das capacitações tecnológicas existem em atores públicos e privados. Ademais, o caráter sistêmico do aprendizado cria um efeito pervasivo em todo o sistema nacional de inovação.

Kim (1999) complementa que o aprendizado tecnológico está ligado a três aspectos: transferência de tecnologia estrangeira, recursos humanos altamente qualificados e aprendizado por meio da P&D<sup>20</sup> intramuros.

Normalmente, as técnicas de mensuração do processo de inovação utilizam como indicadores o percentual de P&D sobre o faturamento das empresas, número de patentes ou quantidade de inovações colocadas no mercado pela firma. Entretanto, existem grandes limitações associadas a este tipo de mensuração (vide Griliches, 1990; Patel & Pavitt, 1993; Kleinknecht, 1996), pois nem todas as inovações se apóiam em patentes (Faber & Heslen, 2004). No caso da cooperação no CBERS, o grande requisito para o sucesso do programa é a confiabilidade<sup>21</sup>. Esta deriva, outrossim, de produtos com um histórico **de sucesso na área espacial**. O contínuo uso do sistema em aplicações espaciais com um percentual mínimo de insucesso é avaliado como o requisito mais importante. O estudo de avaliação tenta identificar e mensurar os impactos organizacionais e tecnológicos observando esta idiossincrasia.

Não obstante o aspecto extremante positivo que o aprendizado traz à firma por intermédio dos ganhos financeiros com a inovação, a socialização destes benefícios para a sociedade é indefinida *ex-ante* ao processo de capacitação. Isto posto, os esforços das nações se concentram em aumentar o grau de interatividade entre as etapas de invenção e inovação, como também aumentar os recursos para a realização da P&D. Um aspecto que vem à baila é que em economias em desenvolvimento

---

<sup>20</sup> O Manual Frascati (2002:25) define P&D do seguinte modo: “Pesquisa (P) e Desenvolvimento Experimental (D) consistiu no trabalho criativo empreendido em base sistemática com vistas a aumentar o estoque de conhecimento incluindo o conhecimento dos homens, da cultura e da sociedade e no uso deste estoque para perscrutar novas aplicações”. “o aprendizado tecnológico pode ter várias etapas, indo do simples melhoramento da rotina produtiva a conhecimentos mais sofisticados que podem gerar novos produtos e incrementar processos.” Santana et al (2003:157).

<sup>21</sup> Como exemplo podemos citar que os computadores embarcados no CBERS 1 e 2 são do modelo 286. Estes computadores estão bastante defasados no aspecto tecnológico, porém demonstraram possuir uma alta confiabilidade para armazenagem dos dados coletados pelo satélite, não havendo, portanto, a necessidade de substituí-los por modelos mais atuais.

existe uma concentração maior dos gastos em P&D em institutos públicos de pesquisa, assim como em universidades, em contraposição aos gastos de P&D nas empresas, verificado em economias desenvolvidas.

Este aspecto é definidor para apontarmos que os ganhos de capacitação e de aprendizado do programa espacial se concentram no INPE, como instituto público de pesquisa. No processo de absorção do conhecimento, existem dois elementos implícitos: o primeiro é uma relação de conhecimento tácito do qual o ator se utiliza para operacionalizar ou melhorar um processo ou um produto; o segundo é que uma parte significativa do conhecimento técnico científico é específico para cada firma e resulta da interação entre a função de P&D e as demais funções da firma, não sendo, portanto, transferido sem custo.

É necessário ressaltar que o custo de transação pode ser equacionado a partir do desenvolvimento de capacitações institucionais. Em outras palavras, a instituição precisa desenvolver esforços para absorver inovações externas – segundo Kim (1999), “a tecnologia pode ser transferida para a empresa de países estrangeiros ou via difusão local, mas a habilidade para usá-la efetivamente não. Esta habilidade só pode ser adquirida com esforço tecnológico doméstico”.

Estudos sobre capacitação tecnológica buscaram, ao longo do tempo, quantificar os ganhos de aprendizagem como um produto derivado da quantidade dos gastos em P&D. O raciocínio era de que quanto maiores os gastos neste item, haveria uma possibilidade de maiores ganhos medidos por meio de indicadores clássicos como o número de patentes ou o aumento da fatia de mercado dominada pela firma. Entretanto, existem variáveis qualitativas e de difícil mensuração que condicionam o aprendizado.

Para melhor compreender este fenômeno, faz-se necessário atentar para a grande diversidade de atividades a ele relacionadas (Kline e Rosemberg, 1986; Pondé, 1993). Segundo Pondé (1993: 70-71): “o desenvolvimento de um novo produto, por exemplo, requer o preciso monitoramento da evolução das necessidades, dos prováveis consumidores e a identificação de oportunidades de mercado não aproveitadas por firmas rivais, **a combinação das capacitações incorporadas nas equipes de P&D com informações técnicas e científicas obtidas externamente**, a transformação dos protótipos em bens produzidos com qualidade e baixo custo, e a adaptação dos processos produtivos e das características de mão-de-obra fabril ao novo produto” (grifo nosso).

Pondé (1993:74) sublinha que: “aprendizado é um fenômeno social pelo qual os indivíduos, a partir das capacitações já acumuladas e ao interagirem em um contexto institucional específico, atuam de modo a gerar novas idéias, habilidades, conhecimento e artefatos”.

Teece (1977) verificou em seu estudo que os custos de transferência de *know-how* são maiores quando a tecnologia é complexa, ainda relativamente nova e pouco experimentada, além de apontar efeitos como diferenças na língua, diferenças de padrões de medida e de engenharia, diferenças na infra-estrutura econômica e nas práticas de negócios e distância geográfica como contribuidores.

O argumento apresentado por Teece (1977) é emblemático no entendimento do programa de cooperação sino-brasileiro. Esses custos nem sempre podem ser contabilizados financeiramente, podendo se referir a um custo de oportunidade, por exemplo, quando existe a possibilidade de se desenvolver a tecnologia de forma autônoma. Pondé (1993) aduz o argumento de que é necessário se ter uma base de conhecimento minimamente consolidada. Neste aspecto, Kim (1999) identifica a formação de RH como significativa. Estes argumentos são centrais para definirmos o aprendizado e, posteriormente, sob estas bases, a construção do questionário de pesquisa para a avaliação proposta.

Em síntese, podemos concluir que a eficácia do aprendizado não resulta apenas dos recursos nele dispendidos, mas também do contexto organizacional vigente. Embora exista um custo de transação associado ao funcionamento das cooperações internacionais, que, embora desprezível, mereceria um estudo mais aprofundado sob este aspecto, verificamos um conjunto de vantagens associadas às cooperações na área espacial, listados nos seis itens abaixo:

- 1) **Combinação de competências complementares:** o processo de cooperação favorece a combinação das competências entre os parceiros com o objetivo da superação em conjunto dos entraves tecnológicos existentes na condução dos programas espaciais.
- 2) **A Divisão do ônus** é normal em um tipo de cooperação tecnológica bilateral do tipo *sul-sul*, em que existam atividades de *co-desenvolvimento* tecnológico. Neste tipo de *co-desenvolvimento*, os países têm definido o seu papel e a sua parcela nos custos do projeto. Os lucros e os custos do projeto são divididos conforme a participação de cada um no projeto.

- 3) **Partilhar os riscos e incertezas** dos custos de explorar novas oportunidades, realizando atividades de P&D em conjunto; como ressaltamos anteriormente a inovação tecnológica é um processo desconhecido acerca do seu sucesso, assim a divisão dos custos tende a diminuir a probabilidade de insucesso, embora exista a possibilidade de comportamentos oportunistas, que devem ser coibidos ao máximo no estabelecimento dos termos do acordo.
  
- 4) **Alcançar economias de escala:** exercer uma pressão maior no mercado internacional, aumentando a sua força competitiva e o seu poder de barganha na aquisição de tecnologias – existe um aumento na capacidade de negociação a partir do desenvolvimento de tecnologias críticas, o que em muitas vezes garante o acesso e uma diminuição no custo de aquisição de tecnologias críticas, além da possibilidade de oferecer produtos (bens e serviços) diferenciados – a combinação de novas competências pode gerar a difusão de novos produtos e a abertura de novos mercados, aumentando-se assim a lucratividade do empreendimento.
  
- 5) **Encurtar o tempo de inovação:** uma das principais vantagens de se desenvolver um projeto tecnológico de forma cooperativa é a possibilidade do *leap frogging*, ou seja, de pular etapas e encurtar o tempo de inovação, tendo em vista que o desenvolvimento em conjunto de tecnologias é superior ao somatório das partes, antecipando e diminuindo a chance de fracasso.
  
- 6) **Aprender (transferência de tecnologia/cooperação em C&T):** neste tipo de cooperação, verificamos o aprendizado interativo. A divisão das tarefas entre os atores faz com que individualmente cada um aprenda superando os desafios do projeto, por meio da definição das especificações e do papel de cada um na cooperação, além das trocas de conhecimentos e tecnologias críticas que conduzem ao *learnig by interacting*.

Entretanto, a realização de projetos cooperativos na área tecnológica também guarda algumas desvantagens, dentre as quais podemos identificar: os custos de transação, decorrentes de um comportamento oportunista do parceiro, do não cumprimento dos requisitos do projeto e do custo de tradução.

Nos anos noventa surgem os primeiros trabalhos com o enfoque relacional, dentre os quais destacamos as contribuições de Lall (1992) e Munier (1999). No arcabouço teórico desenvolvido por Lall (1992), a capacidade tecnológica assume três tipos: Capacidade de Investimentos<sup>22</sup>, Capacidade de Produção<sup>23</sup> e Capacidade de Ligações dentro da Economia<sup>24</sup>. As competências relacionais se referem especificamente ao terceiro tipo, de capacitação, que versa sobre a capacidade de ligações dentro dos sistemas nacionais de inovação.

Não obstante, o modelo do enfoque relacional ignora por completo o papel da política externa no pós-guerra como forma de promover as cooperações científicas e tecnológicas entre países, quer seja de forma bilateral, quer seja multilateral.

Neste trabalho iremos avançar no aspecto teórico a fim de buscar elementos que contemplem na análise do aprendizado o aspecto relacional “exterior” e não somente o aspecto “externo” à firma.

A análise deste tipo de competência se apóia em Munier (1999), que aponta que a competência relacional tem participação fundamental no cenário de inovações, tanto para garantir a aquisição e adaptação de conhecimentos externos, quanto para garantir a capacitação de recursos e insumos. O autor complementa que **a capacidade de explorar o conhecimento externo é fundamental para o desenvolvimento da inovação**. Assim, para o estudo da cooperação no tocante aos aspectos científicos e tecnológicos, faz-se necessário desenvolver um arcabouço metodológico que analise estas competências no INPE. As variáveis utilizadas são:

**1) Impactos Organizacionais:** o indicador aponta para o impacto que o programa trouxe à Organização e Métodos do INPE. Por intermédio destes indicadores desenvolvemos a análise *meso* da cooperação sino-brasileira. Estes indicadores constituem-se nos seguintes itens:

---

<sup>22</sup> A capacidade de investimentos enfoca a habilidade da empresa em se capacitar para a monitoração, identificação e obtenção de tecnologia de projeto, de equipamentos, de gerência, e para construir uma nova fábrica ou a expandir (construir uma nova planta).

<sup>23</sup> A capacidade de produção enfoca a capacidade da empresa em desenvolver habilidades necessárias à melhoria do processo produtivo, como, por exemplo, o controle da qualidade, da operação e da manutenção para avanço na tecnologia adotada (adaptação, melhoramento ou desenvolvimento dos equipamentos) e para aumentar a realização de pesquisas, de projetos e de inovações.

<sup>24</sup> A capacidade de ligações com a economia refere-se à capacidade necessária para que a empresa transmita e receba as informações, as habilidades e as tecnologias de fornecedores de componentes e matérias-primas, de consultores, de firmas de serviços em geral e de instituições tecnológicas. As ligações com a economia afetam não somente a eficiência produtiva da empresa, mas, também, a difusão tecnológica e o crescimento da estrutura industrial, ambos essenciais para o desenvolvimento econômico de uma nação ou de uma região.

**a) Interação com as divisões do INPE:** a configuração do CBERS proporcionou uma divisão dos sistemas e subsistemas do satélite de acordo com a competência de cada divisão. O indicador busca identificar as interações entre as divisões para o desenvolvimento do programa.

**b) Interação com Atores Externos:** o indicador busca analisar a forma de interagir com os atores externos ao INPE. Para fins analíticos, o indicador foi subdividido nas seguintes classes:

- **Interação com os Institutos Públicos Nacionais:** este indicador procura identificar a existência e o grau de interação das gerências de projetos do INPE, envolvidas na consecução do Programa CBERS, com outros Institutos Públicos Nacionais.
- **Interação e/ou troca de informações com fornecedores nacionais:** define a relação com os fornecedores do programa por meio da interação para o desenvolvimento dos sistemas e subsistema do programa CBERS.
- **Interação e/ou troca de informações com fornecedores estrangeiros:** o indicador pretende analisar a existência e o grau de interação com os fornecedores estrangeiros.
- **Interação com a CAST:** o indicador objetiva saber como foi processada a relação de trabalho com a parte chinesa do projeto.

**2) Impactos Tecnológicos:** o indicador aponta para o impacto tecnológico que o programa trouxe às divisões do INPE participantes do programa CBERS. Por meio destes indicadores desenvolvemos a análise *micro* da cooperação sino-brasileira. Este foi dividido nas seguintes classes:

- **Envolvimento da divisão com o programa:** este indicador busca identificar o percentual de envolvimento da divisão com o programa e é construído a partir do cálculo do número de pessoas envolvidas com o programa sobre o universo total de pessoas da divisão/departamento ou o número de horas trabalhadas no programa em relação ao número de horas totais;

- **Geração de Conhecimentos Críticos:** consideramos como desenvolvimento de componentes críticos, aquele que exigiu algum esforço adicional de engenharia, ou até mesmo de P&D. Portanto, este indicador procura verificar a existência de conhecimentos críticos desenvolvidos em função da participação no programa;
- **Impacto Tecnológico em Novos Processos:** identifica se novos processos foram instaurados para atender aos requisitos do programa;
- **Impacto Tecnológico em Novas Metodologias:** o indicador se preocupa em aferir se, a partir de novas configurações necessárias ao programa CBERS, foram desenvolvidas novas metodologias ao programa;
- **Impactos na Capacitação:** este indicador busca identificar e analisar os esforços internos dispendidos para a geração de conhecimentos críticos (novos conhecimentos) para a consecução dos sistemas e subsistemas do satélite. Neste contexto, o indicador contém as seguintes subvariáveis;
- **Patentes Requeridas:** este indicador é formado pela soma das patentes requeridas no INPE de produtos e serviços derivados dos conhecimentos adquiridos ou da participação no programa CBERS;
- **Impactos em RH:** este indicador busca analisar a melhoria na titulação do corpo técnico envolvido. Incluem-se aqui os técnicos, pessoal com curso superior, mestres e doutores.

**3) Impactos Científicos:** o indicador demonstra o impacto científico que o programa trouxe às divisões do INPE participantes do programa CBERS. Estes indicadores complementam a análise *micro* do programa CBERS, juntamente com os impactos tecnológicos. Este foi dividido nas seguintes classes:

- **Criação de Novos Cursos:** o INPE, além de ser um instituto de pesquisa, é também um instituto de pós-graduação. O indicador identifica se houve a criação de novos cursos ou disciplinas na pós-graduação do Instituto ou, eventualmente, em outra Instituição de Ensino Superior derivados do aprendizado com o Programa CBERS;
- **Publicações:** este indicador tenta identificar o aprendizado de forma codificada. Estão contemplados aqui os congressos nacionais e internacionais e as revistas indexadas, bem como publicações em conjunto com a parte chinesa.

O estabelecimento das categorias analíticas anteriormente descritas tem por objetivo criar um arcabouço teórico para identificação e análise do Programa CBERS. A análise partia então em três eixos, o eixo político, identificado como o aspecto macro; o eixo organizacional, identificado como aspecto meso; e o eixo científico e tecnológico, identificado como aspecto micro, derivado da participação brasileira no programa CBERS, mesmo não estando claramente definido este aprendizado como premissa da cooperação.

### **Comentários Finais**

O objetivo deste primeiro capítulo foi a construção teórica que servirá de base para a análise da cooperação proposta no trabalho. O fio condutor é estabelecer como um programa de cooperação tecnológica pode exercer influência sobre o aprendizado organizacional, científico e tecnológico institucional. Assim, a avaliação da cooperação internacional busca focar três grandes dimensões: a primeira delas é a dimensão macro da cooperação, voltada para a análise dos parâmetros na qual a cooperação tecnológica internacional se insere; a segunda é a dimensão meso, voltada para a análise da mudança organizacional. A análise desta dimensão de faz necessária tendo em vista os requisitos que o programa espacial possui. Por fim, complementamos com uma dimensão micro, voltada para o aprendizado científico e tecnológico.

O argumento construído levando-se em conta essas três dimensões se deveu às particularidades do programa de cooperação em análise. A cooperação que envolve o programa CBERS é do tipo bilateral, processada entre Brasil e China, denominada de Sul-Sul, países caracterizados como em

desenvolvimento. Ademais a cooperação é do tipo tecnológica, onde existe a necessidade de co-desenvolvimento de um artefato de grande porte.

Entretanto, apesar da cooperação internacional na área espacial ser um exemplo de cooperação tecnológica, existem diferenças significativas na área espacial que precisam ser observadas, sobretudo em se tratando de um programa de cooperação em que nem o Brasil nem a China tinham o domínio completo sobre os sistemas que originaram os satélites CBERS. Neste contexto, foi apresentada, ao longo do capítulo, uma descrição da metodologia de gestão de projetos espaciais, identificando as principais fases dos projetos e ressaltando a importância da certificação e rastreabilidade dos sistemas.

Além dos aspectos organizacionais que um projeto desta envergadura traz aos programas espaciais, a cooperação tecnológica também proporciona ganhos aos países participantes, representados pelo aprendizado científico e tecnológico. As formas pelas quais esse aprendizado pode ser obtido dependem muito dos condicionantes políticos e da negociação dos parâmetros da cooperação no nível macro e do preparo institucional no nível meso. Por fim, o nível micro é analisado a partir do aprendizado científico e tecnológico. A base para identificar este tipo de aprendizado apóia-se no questionário de pesquisa desenvolvido para se realizar a análise.

## **CAPITULO II:**

### **O Papel da Cooperação Internacional nos Programas Espaciais**

#### **Introdução**

Desenvolver atividades espaciais nacionais requer uma certa base de conhecimentos consolidada, de recursos humanos, financeiros, atividades de P&D minimamente formalizadas, além de uma grande vontade política para gerenciar programas de longo prazo.

Somente por estas características apontadas acima, identificamos que no contexto internacional as atividades espaciais são um privilégio de três dezenas de países, em que menos de uma dezena está disposta a gastar somas acima de US\$ 1 Bilhão anuais, soma considerada ainda bastante modesta para os padrões internacionais<sup>1</sup>.

Faz-se necessário também ressaltar que em todos os países o papel do Estado é fundamental para se alavancar a indústria aeroespacial, responsável por até 80% das compras do setor (Euroconsult, 2006).

Num contexto de alta regulamentação internacional e grande dependência do Estado, os programas espaciais, assim como os demais programas tecnológicos que envolvem tecnologias complexas, buscam a superação de alguns de seus entraves tecnológicos por meio da cooperação internacional. Embora exista uma indústria consolidada, nem sempre a aquisição de tecnologias no segmento pode ser feita pelo simples pagamento por elas, tendo em vista que os interesses comerciais são postos de lado em detrimento de uma estratégia política.

Conforme apresentamos no capítulo anterior, as cooperações tecnológicas internacionais no Brasil eram, em sua grande maioria, da modalidade norte-sul, onde se buscava uma assistência

técnica e as tecnologias eram repassadas na forma de “caixa-preta”, criando um vínculo de dependência quase que permanente e aumentando os custos da aquisição dessas tecnologias.

A cooperação internacional na área espacial sempre foi um tema crítico dado o conflito geopolítico entre as duas superpotências no segmento – Estados Unidos e a ex-União Soviética – que, durante muito tempo, desenvolveram uma grande fatia dos seus programas espaciais de forma autóctone, claramente buscando a supremacia sobre o seu rival. Ademais as áreas estratégicas de cada país não eram objeto de cooperação, ao passo que existia uma dificuldade maior na transferência de tecnologias críticas aos programas que eventualmente poderiam ser propostos.

No que se refere ao contexto mundial, pode-se afirmar que o programa espacial brasileiro é bastante marginal. Desde a sua institucionalização, no início dos anos sessenta, o volume investido e os resultados alcançados ainda eram bem modestos. Apesar disso, levando-se em consideração apenas os países em desenvolvimento, o Brasil ocupa uma posição de relativo destaque, sendo um dos cinco países em desenvolvimento a obterem conquistas espaciais<sup>2</sup>.

Normalmente, países como Estados Unidos e França planejam suas atividades por um prazo de 10 anos, metodologia também adotada no programa brasileiro. Contudo, o índice de sucesso desses programas é bem superior ao brasileiro.

No caso brasileiro, alguns programas como o do Veículo Lançador de Satélites (VLS)-1, concebido em 1979 e que deveria durar nove anos (Costa Filho, 2002), ainda hoje não lograram o sucesso desejado. E este não é um caso isolado: o maior programa do segmento, a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), também não foi finalizada.<sup>3</sup> Os fatores que contribuíram para este quadro ainda contaram com a descontinuidade na política espacial, com o descompasso

---

<sup>1</sup> Segundo dados da Euroconsult (2006), somente o mercado de satélites de telecomunicações faturou, em 2005, US\$ 47 bilhões em vendas.

<sup>2</sup> No âmbito dos países em desenvolvimento, podemos situar os programas espaciais da China, Ucrânia, Índia e Israel como mais avançados que o brasileiro.

<sup>3</sup> A MECB ainda propunha a operacionalização do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e a construção de quatro satélites, depois retificado para cinco satélites, sendo três de coleta de dados (SCD's) e dois de Sensoriamento remoto (SSR's). Até o final de 2004, apenas dois satélites haviam sido lançados, o SCD-1 em 1993 e o SCD-2 em 1998, portanto não tendo cumprido, ainda, seus objetivos iniciais.

entre as metas dos dois principais atores – o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA), além de embargos internacionais à transferência de determinadas tecnologias<sup>4</sup>.

## 2.1 A Cooperação Internacional nos Programas Espaciais

Os programas espaciais guardam uma natureza multidisciplinar de aplicações, o que cria uma situação paradoxal com relação à existência, sob o mesmo tema, de áreas altamente “cooperáveis” e áreas de acesso controlado pelas superpotências. Existia uma clara separação entre a pesquisa civil e voltada aos interesses comerciais e a pesquisa militar amplamente difundida por interesses estratégicos e muitas vezes não-cooperativos.

O ambiente civil e militar pode ser pano de fundo às principais áreas de emprego da pesquisa espacial como nas Ciências Básicas, Meteorologia, Telecomunicações, Foguete/Veículos Lançadores, Engenharia e Tecnologia Espacial, *software* embarcado e Observação da Terra, esta última área à qual pertence o Programa CBERS.

Segundo Campelo (2002:98), “A área espacial é particularmente diferenciada no que concerne à cooperação internacional. Ao mesmo tempo em que, pelos altos custos e pela escassez de tecnologia grande parte dos projetos são desenvolvidos em regime de cooperação internacional, não existe por parte dos países detentores desta tecnologia interesse em repassá-la a outras nações. Portanto, os acordos assinados entre os países não significam uma garantia de transferência dessa tecnologia”.

Vale então tecer um comentário sobre os aspectos apontados por Campelo(2002). O ambiente espacial também possui várias idiossincrasias. Dentre elas, o ambiente de microgravidade que proporciona condições para o processamento de diversos materiais, crescimento de cristais, fluidos, processo de combustão e desenvolvimento de vacinas e de

---

<sup>4</sup> Como, por exemplo, a tecnologia dos giroscópios do VLS, imprescindível para o sucesso da Missão e por muito

experimentos voltados à biotecnologia. Durante duas décadas, esses experimentos foram desenvolvidos em laboratórios como o *Spacelab*, *Eureca* e pela Estação Espacial Russa *Mir* (Feustel-Buechl, 2000), além do aproveitamento dos vôos dos ônibus espaciais norte-americanos. Atualmente, espera-se que a Estação Espacial Internacional continue propiciando tais oportunidades, dada sua natureza de laboratório orbital da Terra.

No tocante ao início da cooperação internacional na área espacial, definiu-se como o marco inicial o período de 1957-1958, convencionado como o ano geofísico internacional (*International Geophysical Year – IGY*). Entretanto, os entendimentos iniciais ocorreram em 1952 com a definição pelo Conselho Internacional da União Científica (ICSU) de ações para a criação do ano internacional da órbita polar, cujo objetivo era envidar esforços para a realização de estudos sobre o uso de foguetes sub-orbitais e instrumentos científicos na atmosfera (Culhane & Worms, 2001).

O IGY foi marcado por um intenso intercâmbio de conhecimento que transbordou os limites territoriais das nações. “O evento foi coordenado por cientistas de vários países e contou com a colaboração de aproximadamente 60 mil pessoas, entre técnicos e cientistas de 66 países sob os auspícios do Conselho Internacional da União Científica (ICSU) para o estudo e avaliação das características da órbita baixa dentro do ambiente espacial” Sadeh (2002:281).

O evento e a cooperação entre os países ocorrem praticamente no mesmo período em que a ex-União Soviética lançou o SPUTNIK 1, seu primeiro satélite, iniciando a corrida espacial<sup>5</sup> e demonstrando claramente que existia uma situação de separação em áreas sensíveis e aproximação em áreas onde o conhecimento poderia ser compartilhado.

Um dos aspectos mais importantes na definição dos rumos das atividades espaciais e da cooperação internacional na área era o jurídico. Neste contexto, as Nações Unidas criou o Comitê

---

tempo embargada pelos norte-americanos.

<sup>5</sup> Como respostas aos soviéticos, os norte-americanos criaram a NASA, sua agência espacial, em 1958, e lançaram o programa VANGUARD em 1961, para maiores detalhes vide Costa Filho (2002).

para os Usos Pacíficos do Espaço Exterior (COPUOS) em 1959. Desde o seu início, o COPUOS foi dividido em dois subcomitês: o subcomitê técnico e científico e o subcomitê jurídico<sup>6</sup>.

Embora o clima entre as duas superpotências fosse acirrado nos primeiros anos da corrida espacial, ainda mais desfavorável aos norte-americanos depois que a União Soviética colocou o primeiro cosmonauta em órbita em 1961, as possibilidades de cooperação nunca foram completamente abandonadas. Em 1962, estabeleceu-se a primeira cooperação bilateral entre os Estados Unidos e a União Soviética por meio de um acordo para estudos meteorológicos celebrado entre a NASA e a Academia de Ciências da União Soviética<sup>7</sup>. A área meteorológica possui uma importante idiossincrasia, tendo em vista o perfil global que os estudos climáticos possuem em que quanto mais variáveis (dados meteorológicos) os modelos climáticos incluírem, maior será a confiabilidade dos modelos de previsão de tempo e clima. Portanto, a área de meteorologia tornou-se imprescindível à colaboração entre as nações.

No caso norte-americano, o poderio militar e econômico, além de um claro alinhamento geopolítico com os países capitalistas europeus, facilitou a cooperação multilateral na área e guardava, além do viés tecnológico, um viés político importante. Sadeh (2002) afirma que a iniciativa norte-americana em promover a cooperação internacional com a Europa foi parte da estratégia de diminuição do impacto negativo que o Programa Soviético Sputnik trouxe ao programa espacial daquele país. Contudo, programas em Cooperação Internacional na área espacial podem auxiliar na superação de entraves financeiros e tecnológicos, **mas nem sempre são simples de se coordenar**. (Gilks, 1997) [grifo nosso].

Os anos sessenta também foram marcados por um esforço alternativo, porém relevante, de desenvolvimento das atividades espaciais com um foco diferenciado das superpotências. Cientes da necessidade de se desenvolver as atividades espaciais no continente europeu e com ambições

---

<sup>6</sup> Ao longo de mais de quarenta anos de existência, foram estabelecidas normas para o tratamento de resíduos da atividade espacial, possibilidade de se fazer imagens por satélite de outros países sem ferir a soberania das nações e a devolução de astronautas, mesmo em situações de contencioso caso a sua reentrada ocorra num país que não o seu de origem.

<sup>7</sup> O segmento de meteorologia foi uma das áreas que estava difundida há mais tempo. A primeira conferência internacional sobre meteorologia ocorreu em 1953. Em 1943, foi criada a Organização Meteorológica Internacional (International Meteorological Organization – IMO), tornando-se agência especializada da ONU quatro anos depois. Em 1957, a IMO transformou-se em *World Meteorological Organization*, WMO.

voltadas à pesquisa científica e com fins comerciais livres, os países fundaram a Organização Europeia para o Desenvolvimento de Veículos Lançadores (ELDO) e a Organização Europeia para Pesquisa Espacial (ESRO), na primeira metade da década de 1960<sup>8</sup>.

Paralelamente, a área de telecomunicações também foi vista como um dos terrenos mais férteis para a cooperação nos anos sessenta. Entre 1962 e 1964, foram realizados experimentos que serviriam como insumo para a formação do *International Communication Satellite Consortium* – INTELSAT<sup>9</sup>. Composto originalmente de 50 países, atualmente possui mais de 150 países associados, em que “cada país signatário deve investir no consórcio uma parcela equivalente a percentagem da utilização do satélite” (INTELSAT Operating Agreement Artigo 06 in INTELSAT: 1984 Annual Report).

Na área de mapeamento geomagnético, houve também avanços na descoberta de fenômenos que interferem nas comunicações. Um desses estudos foi feito no Brasil na tentativa de melhorar a acuidade dos modelos de previsão do fenômeno denominado de Eletrojato Equatorial<sup>10</sup>.

Contudo, a difusão da cooperação internacional encontrou barreiras em áreas consideradas sensíveis, sobretudo no período da Guerra Fria. Entre as áreas mais prejudicadas, sem dúvida, o segmento de lançadores aparece como caso emblemático, fruto da mais acirrada corrida espacial no período. Mesmo assim, após a chegada do homem à Lua, no final da década, e o equilíbrio das forças entre norte-americanos e soviéticos, costurou-se um acordo intergovernamental em 1972

---

<sup>8</sup> A ELDO contou com a participação, na qualidade de fundadores, da Bélgica, Alemanha, França, Itália, Holanda e Grã-bretanha. A ESRO contou com a participação da Bélgica, Alemanha, França, Itália, Holanda, Espanha, Suécia, Suíça e Grã-Bretanha. Para maiores detalhes vide, entre outros, Schwarz (1979).

<sup>9</sup> O consórcio INTELSAT é um exemplo desse novo arranjo institucional – por abranger um grande número de integrantes e usuários ao sistema, variando de acordo com a participação acionária de cada país. O sistema é formado por satélites de comunicação responsáveis pela transmissão de informações, imagens e sons e, atualmente, é o maior consórcio na área de satélites de telecomunicações.

<sup>10</sup> Segundo Sobral (1999), o Eletrojato Equatorial consiste em uma corrente elétrica que passa ao longo do equador magnético terrestre a uma altitude de aproximadamente 110 km. O equador é definido como uma linha imaginária que circula a Terra na região equatorial passando pelos pontos onde a linha de força do campo geomagnético torna-se horizontal. Ele não coincide com o equador geográfico, porém circula o globo terrestre próximo a ele. A importância do eletrojato equatorial é que nele se origina o sistema de forças elétricas que regem a distribuição do plasma ionosférico em baixas latitudes, e, assim, influencia as características da radiopropagação.

entre as nações que proporcionou o acoplamento Apolo-Souyz em 1975 (OTA, 1985; Costa Filho, 2002; Sadeh, 2003).

O teste de acoplamento entre a nave Apollo e a Soyuz foi o marco inicial na cooperação espacial envolvendo vôos tripulados. Outras áreas de cooperação foram propostas como meio-ambiente, exploração de planetas e idas à Lua. Não obstante, as relações cooperativas na pesquisa civil foram estremecidas novamente em 1979, com a invasão soviética ao Afeganistão.

Também, nos anos setenta, a Europa criava a Agência Espacial Européia (*European Space Agency* - ESA) em substituição a ELDO e a ESRO, com sede em Paris. O objetivo principal dos países europeus, no momento em que decidiram formalizar um programa espacial integrado, não era o de tomar partido da corrida espacial, o que inexoravelmente significaria direcionar um grande volume de recursos às aplicações militares, mas o de explorar científica e comercialmente o setor espacial de maneira pacífica (Costa Filho, 2002).

Segundo Kappler (2000), as políticas de preparação da Europa no contexto espacial foram norteadas por dois objetivos:

- 1) A criação de uma capacidade industrial adequada e competitiva em todos os países membros da ESA, de acordo com suas contribuições individuais.
- 2) A transferência sistemática, após o completo sucesso na etapa do projeto de P&D, de produtos/sistemas para atores independentes para exploração comercial (exemplo: os Consórcios Arianespace, Eutelsat e Eumetsat).

A estratégia, baseada muito mais em decisões políticas que mercadológicas, contribuiu decisivamente para o sucesso comercial do programa espacial europeu. Todavia, isto não significa que o aspecto econômico não foi levado em consideração, apenas é necessário ressaltar que nos anos sessenta já existiam tecnologias difundidas nas áreas de foguete e satélites que proporcionavam um risco menor em sua aquisição do que o seu desenvolvimento. Assim, no primeiro momento, era economicamente inviável o desenvolvimento de determinados sistemas.

Tendo em vista a necessidade da participação de diversos países do continente europeu nas atividades espaciais, um problema que surge é como estabelecer o desenvolvimento tecnológico na área espacial sob uma estrutura industrial fragmentada. Na verdade, houve um processo de concentração industrial que foi de fundamental importância para o aumento da competitividade. No início dos anos noventa, foi definida uma estratégia de política industrial voltada à criação de grandes consórcios (Kappler, 2000).

A integração de esforços tem o claro objetivo de criar uma escala de produção da indústria aeroespacial no continente. Os europeus pretendiam obter, por intermédio das descobertas científicas, vantagens em outras áreas, principalmente industriais. Para tanto, tornava-se fundamental um mecanismo de coordenação mais efetivo e que contemplasse as principais capacitações dos países. O modelo adotado tinha logrado relativo êxito por meio do consórcio AIRBUS, em que algumas partes do avião são construídas em países europeus, segundo o investimento empregado em cada um dos países. Este mecanismo ficou conhecido como *juste retour*.

Kappler (2000:18) afirma que “desde a criação da ESA, quando o primeiro objetivo era a construção de uma capacitação industrial para a Europa, o principal instrumento de política industrial foi a criação do *juste retour*”.

Bach & Lambert (1992:159) complementam que "o *juste retour* se define como a relação entre a parte do conjunto de contratos que a agência atribui à indústria de um país tendo como parâmetro a porcentagem da contribuição financeira deste país".

Por meio deste mecanismo, os países financiam os projetos da agência tendo em contrapartida contratos industriais. De certa forma, este mecanismo permite um desenvolvimento interno e uma participação maior dos países em grandes projetos. A propósito, tais esforços foram responsáveis por criar um envolvimento de cerca de duzentas e cinquenta empresas européias em atividades espaciais (Ofverholm & Gaubert, 2000).

Por fim, a ESA comprovou que não visava apenas à aglutinação das funções de suas antecessoras. O papel da agência estaria voltado à promoção e ao favorecimento da cooperação entre as nações européias, no campo da pesquisa e da tecnologia espaciais, de maneira pacífica.

Culhane & Worms (2001) apontam que o sucesso da cooperação internacional da ESA se deve também às relações privilegiadas que a agência cultivou, inicialmente com a Nasa e posteriormente com a Ex-União Soviética, Japão e outros países que tinham atividades espaciais consolidadas.

O início dos anos oitenta foi marcado pela retomada da rivalidade entre as superpotências e pelo aumento dos investimentos norte-americanos no programa Guerra nas Estrelas e na criação da estação *Freedom*, em resposta ao sucesso do programa da estação russa Mir.

No contexto europeu, o foco de ação na área comercial se cristalizou, e os programas com objetivos comerciais e cooperativos ganharam destaque. Em que pese a participação da Agência Espacial Francesa como majoritária em praticamente todos os segmentos de aplicação, quer seja no segmento de lançadores (com o Ariane), quer seja no segmento de Centro de Lançamento (com seu território Ultra-Marino da Guiana Francesa), a participação dos demais países europeus é garantida na forma de contratos industriais. A gestão dos programas da ESA é realizada por um comitê científico composto pelos países membros, observando-se as competências de cada um no tema.

No fim dos anos oitenta, os rumos da cooperação internacional no programa espacial receberam duas grandes contribuições em prol de uma reconversão de sua lógica. O processo de maior integração mundial dinamizou o comércio internacional e a busca de novas tecnologias, afetando diretamente as atividades espaciais. Ademais, uma nova ordem geopolítica foi desenhada em função do desmantelamento da União Soviética, desarmando, em parte, o argumento militar que as superpotências impunham aos seus programas espaciais.

“As alterações observadas no cenário econômico internacional a partir do final de década de 80, aliadas às profundas transformações políticas advindas com o final da Guerra Fria, levaram a uma mudança nos rumos dos programas espaciais em todo o

mundo. Os esforços de modernização do aparelho do Estado, principal responsável pelo gerenciamento das atividades espaciais, têm implicado em revisões constantes nos projetos em andamento, assim como nos planos para o futuro. Por outro lado, a distorção resultante do final da Guerra Fria tem possibilitado maior disponibilidade para os programas espaciais civis, das tecnologias desenvolvidas em programas militares”. PNAE (1996:14)

A década de noventa consolidou a estratégia da participação em programas espaciais consorciados, sobretudo com o avanço do programa da Estação Espacial Internacional (ISS). Na verdade, o programa da ISS não foi concebido como de cooperação internacional e tinha como objetivo ser o maior programa da área espacial norte-americana desde o programa Apollo – cujo objetivo foi levar o homem à Lua e tornou-se atualmente o exemplo mais significativo de cooperação internacional, por envolver 16 países num projeto cujo objetivo foi a criação de um laboratório de pesquisas no espaço (Silva, 2005).

O projeto da ISS sofreu dois duros golpes nos anos oitenta: a explosão do ônibus espacial *Challenger* e o aumento dos custos do programa à medida que o projeto avançava. No que se refere a *Challenger*, a explosão do ônibus espacial abalou o programa, a NASA e o orgulho norte-americano. A sociedade, por conseguinte, exigiu uma diminuição dos gastos na área espacial. Embora o projeto tenha custado até 2005 o montante de US\$ 60 Bi, menos que a Guerra do Iraque (US\$ 80 Bi), a Guerra tem uma conotação de maior urgência, o que levaria a sociedade norte-americana a pressionar pela diminuição dos gastos frente a um aumento no déficit público.

A solução encontrada foi a divisão dos custos e das responsabilidades na construção da ISS. A Nasa ainda detém a maior parcela do consórcio, aproximadamente cinquenta por cento do total. A Estação ainda conta com a participação de onze países pertencentes a ESA, além do Canadá, Japão, da Rússia e do Brasil.

Quanto ao aspecto operacional, a ISS será um privilegiado laboratório orbital, com oportunidade de se desenvolver pesquisas nas áreas da química, física, biologia, nanotecnologia e de novos materiais.

As possibilidades de cooperação internacional na área espacial, atualmente em tela, proporcionam uma clara oportunidade de desenvolvimento tecnológico em conjunto. Na seção seguinte aprofundar-se-á a perspectiva apresentada nesta seção demonstrando o caso brasileiro.

## **2.2 A Cooperação Internacional no Programa Espacial Brasileiro**

A cooperação internacional no segmento aeroespacial inicia-se antes mesmo de o país ter um programa estruturado ou, pelo menos, uma instituição que coordenasse as atividades espaciais no Brasil. Além desta diferença, apresentada no tópico anterior das cooperações internacionais em países desenvolvidos, adiciona-se a característica de, no Brasil, o início das atividades espaciais estar ligado ao segmento militar, sobretudo nas décadas de cinquenta e sessenta, o que não deixa também de ser contraditório à lógica cooperativa voltada para o segmento civil, apresentada anteriormente.

No entanto, a participação do Brasil em ações cooperativas com países avançados limita, consideravelmente, a escolha de trajetórias tecnológicas alternativas àquelas empregadas nos países produtores das tecnologias. No primeiro momento, quando o país não dispunha de nenhuma infra-estrutura e tinha uma fraca percepção dos rumos que o programa deveria tomar, é até válida a sua participação em programas como forma de superação de entraves tecnológicos e, até mesmo, a criação de estruturas tecnológicas a partir do nada. No entanto, não devemos nos adaptar a uma eterna dependência, sob pena de se criar uma “autofagia” no programa espacial nacional e criar dificuldade em estabelecer uma trajetória tecnológica própria e desassociada da tecnologia adquirida.

“Programas de assistência bilateral em tecnologia espacial quase sempre são “amarrados” e impostos equipamentos específicos e padrões de dados ou formatações que podem ser incompatíveis com a maioria dos equipamentos em uso e/ou demandarem serviços do setor privado ou dos financiadores dos projetos preferencialmente aos países receptores das tecnologias”. George (2000:272)

A primeira ação em prol da cooperação internacional foi a cessão da ilha de Fernando de Noronha para a instalação de uma base norte-americana de rastreamento de foguetes<sup>11</sup> por ocasião do início do programa denominado Corrida para o Atlântico:

“Começando em 1956, os foguetes eram lançados do então Cabo Canaveral, na Flórida, dotados de cargas-úteis com transmissões débeis, carecendo de postos de escuta ao longo da sua trajetória (...) um desses postos foi montado na Ilha de Fernando de Noronha, principal do arquipélago, onde um pequeno contingente de técnicos norte-americanos, tendo alguns brasileiros como ligação, gravavam os fracos sinais dos foguetes durante os poucos minutos de sua passagem próxima”.

Motta (1986:13)

A cooperação durou apenas quatro anos e foi finalizada após a melhoria na potência das comunicações dos foguetes norte-americanos, tornando desnecessário o rastreamento pela estação brasileira, causando a obsolescência dos equipamentos do arquipélago e, por conseguinte, seu encerramento.

Ainda nos anos cinquenta, mais precisamente em 1957, uma outra ação cooperativa com o programa espacial norte-americano foi desenvolvida na área de recepção de dados. Os estudantes Fernando de Mendonça e Júlio Alberto de Moraes Coutinho montaram uma estação de rastreamento nas proximidades do CTA, com o apoio do laboratório de pesquisa Naval da Marinha dos Estados Unidos, que possibilitou a recepção de sinais dos satélites do projeto VANGUARD, desenvolvido pela Marinha norte-americana. Entretanto, como os soviéticos tomaram a frente dos norte-americanos na corrida espacial lançando o SPUTNIK I em outubro de 1957, foi necessária a realização de ajustes no sistema de frequência da estação *Minitrack* para que ela pudesse captar os dados do satélite. A estação também conseguiu captar os sinais do satélite americano EXPLORER I, lançado em janeiro de 1958<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> C.F. Motta (1986) p. 13 e FGV/CPDOC (s.d.)

Em síntese, os primeiros anos de atividades cooperativas, no segmento espacial nacional, foram caracterizados por intercâmbios científicos a partir de demandas específicas criadas como um apêndice ou uma aplicação dos programas tecnológicos desenvolvidos pelos EUA. Neste momento, não existia uma transferência de tecnologia entre as nações, apenas o uso de alguns equipamentos a fim de se facilitar anotações sobre fenômenos específicos e pontuais, sem uma grande perspectiva de espraimento do aprendizado de uma área para outra, sobretudo por uma miopia sobre os verdadeiros rumos que a pesquisa espacial tomaria nos anos seguintes.

Os anos sessenta marcaram o início da institucionalização das atividades espaciais no Brasil. A Criação da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), em 1961, como responsável pela pesquisa civil voltada para a área de satélites e pela coordenação das atividades espaciais, abriu novos horizontes para a pesquisa espacial e para a cooperação internacional.

Esta situação começou a se modificar com o advento do programa de foguete SONDA, iniciado em 1963. Este tornou-se o primeiro programa de **cooperação internacional institucional** entre o CTA, a CNAE e a recém criada NASA. O foguete tinha por objetivo, além da capacitação dos técnicos brasileiros na qualificação de veículos e cargas úteis, a realização de experimentos em ambiente de microgravidade. Esse modelo de veículo de sondagem foi em grande parte importado dos EUA (Conca, 1992), com configuração semelhante ao foguete meteorológico ARCAS<sup>13</sup>.

Embora a cooperação na área de foguetes tenha envolvido a CNAE, desde o seu início quem efetivamente controlava o programa pela parte brasileira era o CTA, que detinha maior *know-how* na área de propulsão. A CNAE buscou desenvolver outro aspecto de sua missão institucional: a promoção do conhecimento pelo desenvolvimento de pesquisas civis na área espacial. A missão institucional da CNAE foi definida a partir da sua vinculação com o CNPq, então um dos órgãos centrais na definição da política de C&T nacional.

---

<sup>12</sup> O Programa Explorer I trouxe como contribuição à ciência a descoberta dos cinturões de radiação de Van Allen.

<sup>13</sup> Além da cooperação internacional feita por intermédio do uso de tecnologias desenvolvidas nos EUA, é importante destacar que esse período também foi marcado pelo treinamento de vários técnicos envolvidos no programa em laboratórios e universidades norte-americanas. Com isso, foi adquirindo-se capacitação para o desenvolvimento de modelos mais avançados de forma a não depender tanto da tecnologia importada. O programa

Ao final de 1963, a CNAE criou um laboratório de física espacial, construído no local onde atualmente funciona o INPE. Os recursos para a construção vieram do CNPq, e os recursos materiais necessários para a instrumentação vieram da NASA, da Universidade de Stanford, do Laboratório Nacional de Padrões (NBS) e do Laboratório de Pesquisa da Força Aérea (AFCRL). Segundo INPE (1991:24), "O próprio plano inicial de pesquisas espaciais, voltado essencialmente para estudos nas áreas de ionosfera, geomagnetismo e meteorologia, foi inspirado em projetos que estavam sendo desenvolvidos pela NASA, guardadas, naturalmente, as devidas proporções para um país em desenvolvimento como o Brasil".

A utilização do laboratório foi ampliada a partir do ano seguinte, quando o Conselho Internacional das Uniões Científicas (ICSU) decidiu que todos os esforços deveriam ser empregados para a realização de pesquisas nas áreas de Geofísica, Aeronomia e Magnetismo. O período de 1964-1965 foi denominado Anos Internacionais do Sol Calmo (*International Quiet Sun Years - IQSY*), ideais para estudos na atmosfera. A CNAE buscou realizar um grande número de experimentos e intercâmbio de técnicos e informações, como ocorrido em razão da realização do segundo Simpósio Internacional de Aeronomia Equatorial (2º SISEA) que contou com a participação de mais de vinte nações compondo um grupo de mais de cem cientistas de várias instituições internacionais.

Institucionalmente, o Ministério da Aeronáutica processou uma nova mudança na gestão do programa espacial, criando o Grupo Executivo de Trabalhos, Estudos e Projetos Espaciais (GETEPE), com a incumbência de desenvolver parcerias com instituições externas e planejamento estratégico, voltados aos interesses da pesquisa militar, com foco no desenvolvimento para o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), criado em 1965, e do programa dos foguetes de sondagem.

No segundo semestre de 1964, o Brasil, por meio do GETEPE, iniciou uma cooperação com a Argentina como treinamento no campo de lançamentos de *Chemical*. O objetivo do treinamento era capacitar os técnicos brasileiros que trabalhavam na base da Barreira do Inferno

---

não sofreria nenhuma restrição no que se refere à transferência de tecnologia por parte dos norte-americanos até o

operando foguetes, bem como dotar os profissionais de um maior conhecimento sobre as instalações técnicas necessárias ao funcionamento de um centro de lançamento. Na oportunidade foram lançados cinco foguetes, três do tipo *Belier Centauro*, de origem francesa, e dois do tipo *Nike-Cajun*, de origem norte-americana (Motta, 1986).

Em seguida a este evento, o grupo recebeu um novo treinamento nos Estados Unidos, nas bases de *Wallops Flight Center* e no *Goddard Space Flight Center*, junto aos técnicos da NASA, também como forma de capacitação à correta operação de um centro de lançamento. Ao fim do treinamento, a equipe brasileira assumiu, em sua totalidade, o lançamento do foguete *Nike-Apache*, em agosto de 1965, realizado em Wallops Island.

Após quatro meses de treinamento bem sucedido, os foguetes *Nike-Apache* inauguravam oficialmente a etapa de lançamentos a partir da Barreira do Inferno. É necessário destacar que as instalações eram precárias e os equipamentos utilizados foram emprestados à CNAE pela NASA, que, por sua vez, colocou-se à disposição da Aeronáutica, responsável pela administração da base<sup>14</sup>.

A cooperação com os norte-americanos também contemplou a pesquisa básica voltada para a área de balões estratosféricos. A NASA lançou em 1964 um satélite denominando de SNAP-9A com um carregamento de plutônio. Aparentemente, o satélite não conseguiu orbitar e, em seguida, reentrou na atmosfera ao sul do Oceano Índico. Não existia, na época, um consenso sobre os efeitos de tais experimentos para o planeta nem para o homem. Portanto, a Comissão de Energia Atômica dos EUA encomendou, junto à Força Aérea Norte-Americana e à Força Aérea Brasileira, uma coleta de elementos radioativos atmosféricos. O estudo demandava certa infraestrutura para seu funcionamento, pois a metodologia deveria ser uniforme para fins de comparação entre os demais pontos de coleta espalhados pelos continentes.

---

final da década seguinte.

<sup>14</sup> Segundo Motta (1986), os componentes emprestados pela Nasa foram radar MPS-19, Computador AO-629, DOVAP, estação de Som e estação de telemetria, todos montados em trailers, dado que as obras de engenharia do centro ainda não estavam totalmente concluídas.

A segunda metade da década de sessenta também contemplou um aumento da pesquisa básica, sobretudo cooperativa, no segmento militar. Particularmente, devido ao uso do CLBI e uma difusão da pesquisa espacial na comunidade científica *Iteana*, os principais projetos desenvolvidos neste período estão listados na Tabela 2.1, a seguir:

**Tabela 2.1: Síntese dos Principais Projetos de Cooperação Internacional da década de sessenta:**

<b>Nome do Projeto</b>	<b>Característica</b>	<b>Dados Coletados</b>	<b>Aplicações</b>	<b>Instituição Cooperada/ Atores Envolvidos</b>	<b>Vigência</b>
Projeto Exametnet	Consistiu no lançamento de foguetes meteorológicos com a finalidade de colher dados sobre o vento, temperatura, pressão e umidade do ar na faixa de 30 a 60 Km.	Temperatura e Ventos	Estudo do aquecimento (latitudes médias e altas), oscilações tropicais, inter-relação entre diferentes regiões atmosféricas, configuração em grande escala e relações inter-hemisféricas na atmosfera inferior.	EUA (NASA)	1966-1978
Projeto Granada	Destinava-se a medir os mesmos parâmetros do Projeto Exametnet até 120 Km de altura, por meio do estudo da propagação do som das explosões de granadas (num total de dezenove), que eram ejetadas em intervalos precisos e em determinadas alturas durante a subida do foguete	Temperatura, pressão e densidade atmosférica.	Estudo dos efeitos energéticos provocados indiretamente pelo sol	EUA (NASA)	1966-1968
Projeto Eclipse	Consistiu no lançamento de dezessete foguetes, sendo quinze num intervalo de quatro horas, por ocasião do eclipse solar ocorrido em 12 de novembro de 1966.	Medidas em Astronomia, fenômenos coronais, geodésia, absorção, geomagnetismo, ionosfera em suas diversas camadas, processos fotoquímicos, propagação, radiação solar em seus vários espectros e ruídos atmosféricos.	Estudo do comportamento das altas camadas da atmosfera terrestre durante o período de sombra.	NASA, universidades Americanas, DASA, SANDIA, Itália, Holanda e Uruguai.	1966

Projeto Satal	Consistiu em dois lançamentos para teste de instrumentos do satélite alemão em vôos suborbitais feitos pelo foguete <i>Javelin Argo D-4</i> , de quatro estágios, que atingia uma altitude de 1.050 Km e carga útil de 50 kg	Medidas de prótons, elétrons e partículas alfa em várias faixas de energia da zona de radiação na anomalia do Atlântico Sul. Medidas de solo feitas com magnetômetro de alta resolução	Dados necessários para testes preliminares que seriam colocados no satélite alemão GRSA/625	Max Planck Institut (MPI) e DVL Oberpfaffenhofen (atual DFVLR)	junho de 1967
Projeto Poeira	O projeto tinha o objetivo de coletar poeira cósmica em uma câmara lançada pelos foguetes <i>Nike-Iroquois</i> que, posteriormente, era recolhida em alto mar.	Mensuração do fluxo de meteoróides na alta atmosfera (entre 70 e 160 km) e suas variações derivadas do aumento das latitudes por meio de cronômetros e pirotécnicos	Composição de dados com estudos similares feitos no Canadá, Estados Unidos e Suécia que permitiram o estabelecimento de um perfil de valores durante as chamadas “chuvas” de Persêidas.	NASA e Air Force Cambridge Research Laboratory	agosto de 1968
Projeto Astro	Consistiu no lançamento noturno de um foguete <i>Aerobee-150</i> de combustível líquido, visando à pesquisa de fontes astronômicas de raios X e, principalmente, à prospecção de fontes astronômicas das Nuvens de Magalhães, somente observadas no hemisfério sul.	Coleta de dados de emissão de raios X das nuvens de Magalhães, prospecção celeste do hemisfério e de novas fontes emissoras de raios X, obtenção de possíveis fontes emissoras de raios X além daquelas não conhecidas até então, discriminadas por nível de energia. Obtenção de informação espectral adicional sobre fontes já conhecidas.	Estudos voltados à radioastronomia	NASA	1966-1969

Fonte: Compilado a partir de CLBI (1995) e Motta (1986)

Ao final da década de sessenta, o avanço da cooperação internacional no segmento militar era bem mais visível que no civil. Tal fato deve-se à carência de recursos humanos para pesquisa de satélites, perfeitamente aceitável, tendo em vista que os recursos humanos na área militar foram concebidos na década anterior. Assim, a cooperação na área civil limitou-se a treinamentos no exterior e ao desenvolvimento de conhecimentos na área de rastreamento de satélites.

No início dos anos setenta, o programa espacial apresentava um novo ordenamento<sup>15</sup>. Esta situação foi potencializada pelo aspecto social que o país estava vivendo. O regime militar, no poder, considerava que as atividades espaciais possuíam um caráter estratégico e que, por esta razão, deveriam ser geridos por um ator ligado ao alto comando.

Deste modo, a partir de 1971, a gestão do programa espacial passa das mãos da CNAE para a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE) – órgão ligado ao Estado Maior das Forças Armadas (EMFA). A mudança significou uma transferência da gestão híbrida (entre civis e militares) da CNAE para uma gestão preponderantemente militar. Resolvido o “problema” da gestão do programa, as áreas de aplicações foram também divididas em civil, que ficou com o recém criado Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), e a militar, com o CTA.

O INPE conseguiu desenvolver capacitações na área de satélites e sua primeira incursão na cooperação internacional, neste sentido, foi a participação no projeto SERE (Sensoriamento Remoto), coordenado pela NASA e que se propunha à satelitização de sensores destinados ao levantamento de recursos naturais. Inicialmente, o projeto utilizava a técnica de aerolevantamentos, utilizando aeronaves da NASA com sensores e, já em 1971, com um avião Bandeirante.

No ano seguinte, os Estados Unidos lançaram seu primeiro satélite de sensoriamento remoto. O INPE adquiriu uma estação completa para recepção e gravação dos dados em Cuiabá, centro geodésico do Brasil, equipada para rastrear os satélites ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*), que mais tarde seriam rebatizados de *Landsat*. Além da estação de rastreamento, foi instalada, em 1973, uma estação de recepção de dados em Cachoeira Paulista, SP. O Brasil

---

<sup>15</sup> As questões relacionadas a esta mudança foram exploradas em Costa Filho (2002).

tornou-se o terceiro país do mundo a possuir estação deste tipo, estando atrás apenas dos EUA e Canadá (Costa Filho, 2002 e Furtado e Costa Filho, 2001).

Em 1974, a infra-estrutura de Cachoeira Paulista foi melhorada com a criação de um laboratório para processamento de imagens, onde os dados de satélites eram transformados em imagens fotográficas (analógicas) e, posteriormente, digitais, para uso institucional. Com o sucesso do laboratório, o INPE acumulou uma vasta experiência em pesquisas espaciais e atmosféricas.

Com o crescimento do volume de dados e, por conseguinte, o aumento de possibilidades de estudos, o esforço subsequente foi realizado em prol da criação de grupos de estudos para o desenvolvimento de projetos de Sondagens Ionosféricas (SOND), de Geomagnetismo (MATE), de Luminescência da Alta Atmosfera (LUME) e de Meteorologia por Satélites (MESAS), além da instalação das estações de processamento de dados de satélite.

Estes eventos capacitaram o país a desenvolver conhecimento na recepção e interpretação de imagens de satélite. Neste contexto, a área de observação da terra ganhou importância, proporcionando a implantação de uma pós-graduação na sede do INPE em São José dos Campos, SP, o que possibilitou a formação de uma massa crítica de recursos humanos qualificados para o setor.

A interpretação dos acontecimentos e do relativo sucesso da área de Observação da Terra (OBT) no INPE acarretou três fatos:

- O grande volume de recursos financeiros e um esforço de formação profissional em instituições no exterior, graças ao período do "milagre econômico";
- O foco na pesquisa civil, que estreitou as relações cooperativas com os países do primeiro mundo detentores da tecnologia espacial;

- A facilitação da transferência de tecnologias, pois a área de satélites já estava relativamente bem difundida internacionalmente e, em alguns casos, já existiam consórcios internacionais explorando comercialmente alguns nichos.

Neste momento, pode-se identificar o início de dois grupos de pesquisa na área de satélite: o primeiro relacionado à Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE), que se tornaria o embrião da equipe que desenvolveria os satélites da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB); o segundo grupo, relacionado à área de aplicação das tecnologias, da qual surgiram dois sub-grupos, um ligado aos satélites científicos e outro, aos satélites de observação da Terra.

A área de ETE conseguiu um progresso maior durante toda a década de setenta, em parte devido aos projetos da área estarem em consonância com as diretrizes da MECB.

Naquele momento, fazer um projeto em que a tecnologia a ser desenvolvida fosse a de sensoriamento remoto demandaria um esforço muito além do conhecimento nacional na época. O planejamento do programa indicava que satélites de sensoriamento remoto deveriam ser feitos numa etapa posterior, após a operacionalização dos Satélites de Coleta de Dados (SCD's), de tecnologia bem mais simples.

Para atender a sua primeira classe de satélites, o INPE investiu em recursos humanos e disponibilizou recursos financeiros e materiais, no entanto ainda faltava o conhecimento crítico. Neste momento, a França apareceu como uma boa alternativa, sobretudo porque as alternativas norte-americana e alemã foram descartadas (Tapia, 1995).

O INPE iniciou sua cooperação com a França, de forma mais profunda, na segunda metade dos anos setenta. A cooperação objetivava o desenvolvimento de plataformas de coleta de dados. Foram instaladas, no país, quatro dessas plataformas (PCD's) que recebiam e enviavam, com sucesso, as informações oriundas do satélite EOLE. A cooperação também incluía o treinamento dos engenheiros do INPE em laboratórios e universidades francesas, o que facilitou o aprendizado e o treinamento de seus quadros. Por fim, o aprendizado trouxe como principal

produto o desenvolvimento dos satélites SCD's nas décadas seguintes, inspirado no satélite *Argus* francês.

Assim, pode-se identificar na cooperação com os franceses um aspecto positivo para o INPE. Ao analisar-se a cooperação de uma forma mais ampla, também é possível identificar impactos em Organização & Métodos, sobretudo na documentação das etapas do programa, de extrema importância para a garantia da qualidade dos produtos.

Este acordo com os franceses também capacitou o Brasil a buscar e obter êxito na cooperação com países econômica ou tecnologicamente mais avançados, o que indica que as normas de programa espacial utilizadas pelo programa brasileiro são aceitas internacionalmente. Na Tabela 2.2, estão listados os principais acordos de cooperação com tais países.

**Tabela 2.2: Acordos Bilaterais de Cooperação na Área Espacial entre o Brasil e as Nações Desenvolvidas**

País	Instrumento	Sigla/Instituição	Objeto do Acordo
Alemanha	Acordo de Licenciamento	EUMETSAT (European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites)/FAPEU (Fundação de Amparo à Pesquisa de Extensão Universitária)/INPE	Licenciamento para uso de imagens do satélite Meteosat da EUMETSAT
Alemanha	Acordo – Quadro	Entre governos da Alemanha e do Brasil	Pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico
Alemanha	Acordo	AEB/DLR (Deutsch Luft und Raumfahrth)/INPE	Exploração e uso do Espaço Exterior para fins pacíficos – abrange diversas áreas de pesquisa e de tecnologia espaciais
Alemanha	Anexo – Acordo	AEB/DLR (Deutsch Luft und Raumfahrth)/INPE	Exploração e uso do Espaço Exterior para fins pacíficos – abrange diversas áreas de pesquisa e de tecnologia espaciais – Propriedade intelectual
Alemanha	Anexo – Acordo	AEB/DLR (Deutsch Luft und Raumfahrth)/INPE	Attitude Determination of Spin Stabilized Satellites Based on GPS Measurements (BRA 99/023 SPC)
Alemanha	Anexo – Acordo	AEB/DLR (Deutsch Luft und Raumfahrth)/INPE	Orbit Dynamics of Low Earth Satellite Missions
Alemanha	Anexo – Acordo	AEB/DLR (Deutsch Luft und Raumfahrth)/INPE	Satellite Attitude Determination Using Star Sensors (BRA 99/028 SPC)
Alemanha	Anexo – Acordo	AEB/DLR (Deutsch Luft und Raumfahrth)/INPE	Space Linked Multimedia Information Network Applied to Science, Research and Education (BRA 99/031 SPC)
Alemanha	Anexo – Acordo	AEB/DLR (Deutsch Luft und Raumfahrth)/INPE	Space Manipulator Dynamics and Control (BRA 98/050 SPC)
Alemanha	Anexo – Acordo	AEB/DLR (Deutsch Luft und Raumfahrth)/INPE	MAPSAR - Small Satellite Mission using SAR Sensor

Alemanha	Anexo – Acordo	AEB/DLR (Deutsch Luft und Raumfahrt)/INPE	Troccinox: Tropical Convection and Nitrogen Oxides Experiment
Austrália	Termo de depósito	Flinders University of South Austrália	Vinte e nove magnetômetros para pesquisa relacionada a sondagens geomagnéticas
Estados Unidos	Acordo	Governo Estados Unidos/Brasil	Salvaguardas tecnológicas relacionadas à participação dos EUA nos lançamentos a partir do CLA
Estados Unidos	Acordo	Governo Estados Unidos/Brasil	Cooperação em Ciência e Tecnologia
Estados Unidos	Acordo – Quadro	Brasil/EUA	Cooperação nos usos pacíficos do espaço exterior
Estados Unidos	Ajuste	AEB/NASA (National Aeronautics and Space Administration)/INPE	Programa de cooperação entre a Agência Espacial Brasileira (AEB) e a Administração Nacional para a Aeronáutica e o Espaço (NASA) em Pesquisa Espacial Geodésia com ênfase em Sistema de Posicionamento Global (GPS)
Estados Unidos	Ajuste Complementar	AEB/NASA (National Aeronautics and Space Administration)	Projeto, desenvolvimento, operação e uso de equipamento de voo e cargas úteis para o programa da Estação Espacial Internacional.
Estados Unidos	Ajuste Complementar	AEB/NASA (National Aeronautics and Space Administration)/INPE	Cooperação na Área da Missão de Medidas de Precipitação Tropical (TRMM) do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia (LBA)
Estados Unidos	Ajuste concluído no Acordo-Quadro	AEB/NASA (National Aeronautics and Space Administration)/INPE	Coop. em pesquisa atmosférica por meio de lançamento de balões
Estados Unidos	Ajuste concluído no Acordo-Quadro	AEB/NASA(National Aeronautics and Space Administration)/INPE	Pesquisa sobre Geodésia Espacial com ênfase em interferometria de longa linha de base (VLBI)
Estados Unidos	Convênio	United States Dept. of Agriculture	Investigating Fire Severity in Tropical Ecosystems (Amendment 5)
Estados Unidos	Decreto 2.310 de 25/08/97	Brasil/EUA	Promulgação do Acordo-Quadro sobre a Cooperação nos usos pacíficos do espaço exterior
Estados Unidos	Memorando de Entendimento	AEB/NASA (National Aeronautics and Space Administration)/INPE	Voo do equipamento sensor de umidade/Brasil (HSB) na espaçonave PM-1, do Sistema Observação da Terra (EOS) NASA
Estados Unidos	Memorando de Entendimento	AEB/NASA (National Aeronautics and Space Administration)/INPE	Experimento com o instrumento imageador CCD (CIMEX)
Estados Unidos	Memorando de Entendimento	ERAU (Embry-Riddle Aeronautical University)	Explorar uma colaboração em potencial existente em pesquisa, tecnologia espacial e educação
Estados Unidos	Memorando de Entendimento	USGS (United States Geological Survey) do Depto do Interior dos EUA/INPE	Recepção direta e distribuição dos dados do Landsat 7
Estados Unidos	Projeto FAPESP	Universidades de Washington e UTAH	Medidas de Sprites no Brasil
Estados Unidos	Termo de Empréstimo	PMEL (Pacific Marine Environmental Laboratory)/ INPE	Termo de empréstimo recebido pelo INPE em empréstimo e depósito de material listado na <i>invoice</i> TAOP-0201
França	Acordo-Quadro	Brasil e França	Cooperação na pesquisa e nos usos do espaço exterior para fins pacíficos
França	Carta de Adesão	Université Paris VI	Apoio à defesa e ao desenvolvimento sustentável da Amazônia
França	Entendimento Específico	CNES (Centro Nationale D'Etudes Spatiales)/AEB/INPE	Microsatélite FBM
França	Entendimento Específico	CNES (Centro Nationale D'Etudes Spatiales)/AEB/INPE	Sistema de propulsão de minissatélites
França	Memorando de Entendimento	CNES (Centro Nationale D'Etudes Spatiales)/AEB/INPE	Quadro de cooperação em atividades espaciais

França	Ajuste Complementar	CNES (Centro Nationale D'Etudes Spatiales)/AEB/INPE	Execução de vôos de balões estratosféricos em Território Brasileiro
Holanda	Carta de Intenção	Netherlands Agency for Aerospace Programmes	Projeto FAME
Itália	Projeto	CNR (IMA/GENOVA)	Projeto de um módulo computacional para determinação de elementos de reservas ecológicas em modelagem numérica de terrenos
Japão	Carta de intenção	MMRC (Mitsubishi Materials Natural Resources Development Corporation)	Pesquisa geológica conjunta por meio de técnicas de sensoriamento remoto
Japão	Carta de intenção	Universidade de FUKUI – FIR CENTER – FU	Diagnóstico por girotrons de ondas submilimétricas de plasmas de altas temperaturas confinados magneticamente
Reino Unido	Convênio	ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)	Cooperação técnico-científica para o desenvolvimento conjunto de atividades técnicas e científicas no campo da meteorologia
Reino Unido	1º Termo Aditivo	ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)	Cooperação técnico-científica para o desenvolvimento conjunto de atividades técnicas e científicas no campo da meteorologia - METVIEW
Reino Unido	2º Termo Aditivo	ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)	Cooperação técnico-científica para o desenvolvimento conjunto de atividades técnicas e científicas no campo da meteorologia – Previsões Climáticas
Rússia	Memorando de Entendimento	MAI (Moscow Aviation Institute) /INPE	Desenvolver projetos de pesquisas e de engenharia de aplicações espaciais
Rússia	Memorando de entendimento	MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia)/Agência Federal Espacial (Federação da Rússia)	Cooperação sobre atividades Espaciais

Fonte: CRI/INPE

Na tabela anterior, pode-se identificar que os Estados Unidos e a França são os principais parceiros do INPE, embora a Alemanha, no Pós-Guerra, figure com um número maior de cooperações. Em grande parte os acordos ficaram restritos ao desenvolvimento de ciência básica de interesse espacial.

Apesar da cooperação na área de satélite ser uma diretriz do INPE, a área de sensoriamento remoto apresenta uma disparidade tecnológica na adoção de tecnologias, como aponta, por exemplo, George (2000) em programas de cooperação entre a África do Sul e demais países africanos.

Na América do Sul, apenas o Brasil e a Argentina contam com infra-estrutura na área. O Equador possui uma estação que recebe uma quantidade limitada de imagens de satélites. Os demais países do continente sul-americano possuem pouca infra-estrutura, limitando-se a compra de imagens de empresas internacionais. O desenvolvimento do programa de cooperação entre países que fazem fronteira pode potencializar os ganhos da cooperação, devido a uma proximidade maior, também, dos problemas enfrentados, sobretudo os relacionados à saúde

pública (vírus, pestes) e aos relacionados à agricultura. Sobre este aspecto, George (2000) aponta que países agrícolas com clima semelhante e que têm problemas regionais similares (como enchentes, secas ou ataques de pragas) podem obter um maior sucesso no combate aos seus problemas.

No entanto, devido ao uso dual da tecnologia e a existência de conflitos nas fronteiras dos países, estes são, também, considerados entraves na cooperação entre países (George, 2000). Mesmo assim, tais dificuldades não afetam de forma incisiva o programa espacial brasileiro pela condição de nação pacífica que o país detém no âmbito internacional.

Entretanto, convém ressaltar que, desde o final dos anos setenta, o programa militar do Veículo Lançador de Satélites (VLS) começou a sofrer embargos norte-americanos. A tecnologia do lançador ainda não era dominada completamente pelos brasileiros e existia a necessidade de repasses tecnológicos, entretanto a opção da cooperação internacional para o desenvolvimento tecnológico do VLS foi praticamente extinta e limitada à aquisição de alguns poucos componentes, às vezes até mesmo de forma irregular.

A cooperação internacional no lado militar então ganhou um sentido inverso. Em vez de receptores de tecnologias críticas ao VLS, o Brasil encontrou nos antigos programas de veículos de sondagem (Programa SONDA) uma oportunidade de cooperação científica com países como Alemanha e Suécia.

Na década de oitenta, o INPE orientou a sua cooperação a partir da definição de suas áreas de excelência. A área de Ciências Espaciais e Atmosféricas pode ser considerada a mais tradicional do INPE, com grande importância para o instituto, que nas décadas de setenta e oitenta já estava definitivamente consolidada, tendo apenas problemas pontuais no que se refere à infra-estrutura relacionada à falta de recursos materiais. Foi ela quem forjou o foco de “Instituto de Pesquisas Espaciais” do INPE e foi responsável pelas principais atividades de pesquisa e desenvolvimento deste instituto.

A partir do início dos anos oitenta, o INPE teve que buscar uma adequação aos objetivos propostos para suas novas atividades, sobretudo para responder às demandas da MECB em 1979. Assim, “o Instituto acrescentou à sua vocação inicial, voltada a pesquisa e aplicações, o conseqüente desenvolvimento da tecnologia espacial”<sup>16</sup>. No tocante ao cumprimento do cronograma da Missão, se fazia necessário uma reestruturação interna a fim de que a área de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE) pudesse “ganhar corpo” dentro da Instituição, para atender aos requisitos para a construção dos satélites, pois, segundo Raupp (Entrevista: 2004), a MECB naquele momento estava com o cronograma indefinido e gerência mal estruturada (o gerente do programa era o diretor do Instituto).

A partir de 1980 foram estabelecidas atividades para a ETE voltadas para seis programas de pesquisas para atender a MECB<sup>17</sup>: suprimento de energia; estrutura e controle térmico em plataformas espaciais; dinâmica orbital e controle; integração e testes; estações de controle e rastreamento e testes ambientais. Estes programas seriam um pano de fundo para a criação de áreas consolidadas no INPE que formariam, posteriormente, as bases para os programas da ETE. A rigor, os seis programas teriam as seguintes finalidades.

1) **Programa de Suprimento de Energia:** iniciado em junho de 1980, tinha como objetivos especificar, encomendar, analisar, integrar e, dentro das possibilidades, desenvolver, em parte, o sistema de suprimento de energia de bordo para a missão do satélite. Inicialmente foi desenvolvido um programa simulador para o suprimento de energia de bordo a fim de avaliar os parâmetros a serem adotados no sistema real. O segundo projeto estaria focado na especificação, construção e desenvolvimento do sistema de energia de bordo para a primeira missão do satélite. A partir da arquitetura desse sistema, o esforço seguinte seria alimentar o modelo com o maior número de variáveis que influenciam o sistema de bordo em operação real.

2) **Programa de Estrutura e Controle Térmico em Plataformas Espaciais:** a área teria como finalidade o estudo e projeto de sistemas de controle de temperatura de satélites, estudos e projetos de estrutura dos satélites sob a ação de radiação, como corpo flexível, estudo da estabilidade dinâmica de satélites e da fixação de parâmetros de projeto, estudo e simulação de

---

<sup>16</sup> C.F dados colhidos em: [www.inpe.br/sobre\\_o\\_inpe/historia.htm](http://www.inpe.br/sobre_o_inpe/historia.htm), acesso em 23 de novembro de 2005.

esforços atuantes, para serem usados como carregamento estrutural. O Programa carecia de mão-de-obra especializada, e, assim, uma das alternativas para contornar esse problema era o estímulo à pós-graduação com cursos especialmente montados para este fim. Este foi o início dos esforços em prol da montagem de laboratórios para ensaios estruturais, térmicos e de simulação de esforços.

3) **Programa de Dinâmica Orbital e Controle:** a criação formal da área também teve como objetivos orientar os esforços na formação de RH, nas áreas de mecânica de satélites artificiais e de guiagem e controle de veículos espaciais para o atendimento das missões espaciais programadas. Os trabalhos iniciais abordaram os seguintes temas: a) modelagem, simulação e análise do movimento de veículos espaciais; b) controle de órbita e atitude de satélites artificiais; c) operação e controle de satélites em tempo real. A continuidade dos trabalhos seria voltada para as seguintes ações: modelagem e análise de erros, na fase de colocação de um satélite em órbita; rastreamento, satélite a satélite, em procedimento de determinação de órbita; técnicas de compensação dinâmica, aplicadas à determinação de órbitas e estimação de acelerações não modeladas; modelagem, simulação e análise de atuadores e sensores em sistemas de controle de atitude; técnicas de navegação inercial em sistemas de controle de atitude. Em 1981, o INPE já havia concluído um programa simulador de órbita e de observações de satélites artificiais terrestres de baixa altitude.

4) **Programa de Integração e Testes:** a integração e os testes de um satélite são uma seqüência metódica de operações, montagens, coordenação e testes, que termina com a confecção de um modelo de qualificação (MQ), que evolui para um modelo de vôo (MV) que funcione de maneira satisfatória à missão proposta, a partir do fracionamento dos sistemas, normalmente construída separadamente e posteriormente integrada. Em linhas gerais, os procedimentos de integração e testes provêm e verificam a compatibilidade de todos os elementos que compõem o satélite, separados e em conjunto, levando-se em conta as especificações funcionais e ambientais. Em termos de pessoal, é necessária a formação de uma equipe especializada que consiga operar em um nível altamente interdisciplinar.

---

<sup>17</sup> C.F. INPE - Relatório de Atividades, 1981, p.18.

5) **Programa de Estações de Controle e Rastreo:** o objetivo deste programa é o desenvolvimento e a implantação de um sistema constituído de estações terrenas, centro de controle, centro de operações e rede de telecomunicações que os conecta.

6) **Programa de Testes Ambientais:** visa a dotar o instituto de uma infra-estrutura adequada para a realização de testes ambientais nos satélites previstos nas missões espaciais.

Em síntese, seguindo o modelo apresentado no capítulo I, na seção que versa sobre a metodologia de gestão de programas espaciais, os estudos, ora iniciados, teriam como foco dois segmentos: o segmento solo e o segmento espacial. O segmento lançador não era de responsabilidade do INPE, tendo em vista a bi-institucionalidade do programa espacial brasileiro; e o segmento usuários já se encontrava em um estágio avançado de desenvolvimento, na medida em que, desde o início da década de setenta, o país já contava com a estação de recepção de dados.

A área de sensoriamento remoto, que, no início dos anos oitenta, apresentava-se bem mais desenvolvida, no INPE, do que a área de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE), foi também contemplada com o desenvolvimento de sete subáreas prioritárias para pesquisa<sup>18</sup>: recursos agrônômicos e florestais; recursos minerais; recursos do mar; análise ambiental; aquisição e tratamento de dados; transferência de tecnologia e produção de imagens. É razoável imaginar que, devido ao grande descompasso interno entre as áreas, estas tenham lógicas distintas. O Brasil era usuário das imagens *Landsat* e não existia ainda um projeto claro de um satélite de sensoriamento remoto no país. Aliás, naquele momento, os esforços do INPE ainda eram no sentido de consolidar o projeto dos microssatélites que estavam voltados para a transmissão de dados. Neste contexto, as áreas de OBT e de ETE viviam um descompasso, em benefício da primeira.

Um outro fato que corrobora o desequilíbrio entre as áreas do INPE é a formação de recursos humanos baseada na tecnologia do *Landsat*<sup>19</sup>. Foram desenvolvidos cursos no Instituto

---

<sup>18</sup> C.F. INPE - Relatório de Atividades, 1982, p.8

<sup>19</sup> O Brasil, no início dos anos oitenta, ocupava o segundo posto em distribuição de imagens *Landsat*, contabilizando os números desde 1978. A comunidade de países usuários já contava com: Eua, Canadá, Brasil, Itália, Suécia, Índia,

voltados para a caracterização de áreas desmatadas, sobretudo na Amazônia; levantamento de drenagem; uso da terra e levantamento de recursos naturais, entre outros<sup>20</sup>. Foi também feita uma primeira versão de um programa de geração de dados para cartas de distribuição da temperatura da superfície do mar da costa brasileira, fundamentais para os estudos de oceanografia. Desenvolveu-se novas metodologias de interpretação de imagens para utilização de dados seqüenciais do sensor MSS do *Landsat*<sup>21</sup>, por meio da análise automática voltada para a avaliação de processos de inundações. Determinaram padrões de lineamento, por intermédio de análises estatísticas, distinguindo-se as estruturas, os relacionamentos tectônicos e os depósitos minerais associados e foram caracterizados padrões anômalos de drenagem para análise de bacias sedimentares, para prospecção de petróleo.

A visão que se tinha do INPE, na primeira metade da década de oitenta, era de um Instituto em constante crescimento, tanto em número de funcionários e em orçamento, quanto em complexidade de programas. O caráter multidisciplinar das ciências espaciais colocou como prioridade para o Instituto temas como: Amazônia; Antártida; previsão do Clima e Tempo; interpretação de imagens de satélite; controle orbital de satélite. Somou-se a este esforço a pós-graduação e a Engenharia e Tecnologia Espaciais, bem mais abrangentes e que, em muitas vezes, deveriam ser tratados por uma agência espacial e não por um instituto de pesquisa<sup>22</sup>.

A criação da Agência Espacial Brasileira (AEB) ocorreu em 1994. O decreto de criação desta Agência apontou claramente a atividade pacífica a que a agência se propunha. Por fim, dois anos depois, o Brasil assinou o tratado de não-proliferação de armas nucleares, marcando definitivamente a posição do país no contexto internacional no tocante aos usos e aplicações de suas atividades espaciais. Este caráter fez com que o país pudesse cooperar não só com vários países desenvolvidos a partir de então, mas também com países em desenvolvimento, conforme listado na tabela 2.3.

---

Japão, Austrália, Argentina e África do Sul. No ano de 1981, foram gravadas 1.250 órbitas do satélite por intermédio da estação de Cuiabá, e as imagens foram vendidas a cerca de **1.260 usuários não só no Brasil, como também no exterior** [grifo nosso] (INPE - Relatório de Atividades, 1982, p. 9).

<sup>20</sup> Idem.

<sup>21</sup> Vide características do *Landsat* no anexo 3 deste trabalho

<sup>22</sup> Como fator complicador cabe mencionar que no fim do governo militar o INPE estava vinculado ao CNPq que tinha um perfil eminentemente de fomento à pesquisa não havendo uma coordenação efetiva sobre as diretrizes da política espacial no aspecto do desenvolvimento da engenharia espacial.

**Tabela 2.3: Acordos Bilaterais de Cooperação na Área Espacial entre o Brasil e Nações em Desenvolvimento**

<b>País</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Sigla/Instituição</b>	<b>Objeto do Acordo</b>
Argentina	Acordo-Quadro	Governos – AEB/CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales)	Aplicações Pacíficas de Ciência e Tecnologia Espaciais
Argentina	Ajuste Complementar	Governos – CNPq/SECYT (Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia)/CONICET (Conselho Nacional de Pesquisas Científicas e Técnicas)	Pesquisa Científica e tecnológica
Argentina	Contrato	Universidade de Buenos Aires/CPTEC	PROSUL
Argentina	Programa de Cooperação	Governos – AEB/CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales)	Projeto Satélite SABIA-3 – Fase A
Argentina	Tratado de integração	Governos	Integração, cooperação e desenvolvimento
Chile	Convênio	Universidade de Antofagasta/INPE	Programa de cooperação técnico-científica em especial às áreas de desenvolvimento de dispositivos mecânicos e eletrônicos em diamante – CVD
Chile	1º Termo de Ajuste do Convênio de 02/06/2000	Universidade de Antofagasta/INPE	Programa de cooperação técnico-científica em especial às áreas de desenvolvimento de dispositivos mecânicos e eletrônicos em diamante – CVD
China	Acordo	CAST – Academia Chinesa de Tecnologia Espacial/INPE	Cooperação sobre o CBERS
China	Acordo	China/Brasil	Segurança Técnica ao desenvolvimento conjunto do CBERS
China	Acordo-Quadro	China/Brasil	Cooperação em aplicações pacíficas de ciência e tecnologia do espaço exterior
China	Decreto Legislativo 16, de 1997	Congresso Nacional	Aprovação do texto do Acordo sobre Segurança Técnica relacionada ao desenvolvimento conjunto dos Satélites de Recursos Terrestres, celebrado entre o Governo do Brasil e da China, em Beijing, em 13/12/95
China	Memorando de Entendimento	COSTIND (Comissão de Ciência, Tecnologia e Indústria para a Defesa Nacional)/ MCT	Estabelecimento do mecanismo intergovernamental de coordenação da colaboração em tecnologia espacial referente ao Programa CBERS
China	Memorando de Entendimento	COSTIND (Comissão de Ciência, Tecnologia e Indústria para a Defesa Nacional)/ MCT	Cooperação para o desenvolvimento de um sistema de aplicações para o programa do satélite sino-brasileiro de recursos terrestres
China	Memorando de Entendimento	CRESDA (China Center for Resources Satellite Data and Applications)/INPE	Aplicações de imagens das séries de satélites CBERS
China	Memorando de Entendimento	Ministério da Ciência e Tecnologia da República Popular da China/MCT	Cooperação em Ciência e Tecnologia entre os Ministérios dos dois países
China	Portaria 217 referente ao Memorando de Entendimento de 17/10/2003	COSTIND (Comissão de Ciência, Tecnologia e Indústria para a Defesa Nacional)/ MCT	Designação dos integrantes do Comitê Conjunto (JPC) previsto no Memorando de Entendimento de 17/10/2003

China	Protocolo	Brasil/China	Aprovação de pesquisa e produção de Satélite de Recursos da Terra
China	Protocolo	MCT e Administração Nacional de Espaço da China	Protocolo sobre pontos principais para o desenvolvimento adicional dos satélites sino-brasileiros de Recursos da Terra
China	Protocolo Complementar	Brasil/China	Desenvolvimento, lançamento, operação e exploração dos satélites CBERS 3 e 4 (Projeto de Cooperação)
China	Protocolo Complementar ao Acordo-Quadro	Governos - Executores: COSTIND (Comissão de Ciência, Tecnologia e Indústria para a Defesa Nacional)/MCT (INPE)	Desenvolvimento conjunto do Satélite CBERS-2B
China	Protocolo complementar ao Acordo-Quadro	Governos - Executores: AEB /CNSA (Administração Nacional de Espaço da China)/INPE	Cooperação no Sistema de Aplicações CBERS
Índia	Memorando de Entendimento	(ISRO/AEB/INPE) Vikram Sarabhia Space Center, Trivandrum, Índia Institute of Astrophysics, Bangalores e Physical Research Laboratory, Ahmedabad Índia	Cooperação na área de exploração e utilização do espaço exterior – Estudo do sistema ionosfera-termosfera equatorial por meio de medidas por radares e digissondas operacionais no Brasil e Índia
Índia	Memorando de Entendimento	MCT – Índia/Brasil	Programa de cooperação em diversas áreas
Índia	Programa de Cooperação	Indian Space Research Organization (ISRO) e AEB	Programa de cooperação entre a ISRO e AEB para 2004
Malásia	Declaração conjunta	Brasil / Malásia	Cooperação bilateral em diversas áreas
México	Acordo	Centro Regional de Educação em C&T para América Latina e Caribe	Estabelecimento da Sede do Centro Regional
Moçambique	Memorando de Entendimento	MCT/MESCT (Ministério do Ensino Superior, Ciência e Tecnologia da República de Moçambique)/INPE	Instalação de um sistema de monitoração hidrológica e ambiental em Moçambique utilizando satélites brasileiros
Ucrânia	Declaração Conjunta	Brasil/Ucrânia	Declaração conjunta sobre o aprofundamento das Relações de Amizade e cooperação entre a República Federativa do Brasil e a Ucrânia
Ucrânia	Memorando de Entendimento	JVE (Agência Espacial da Ucrânia)/AEB	Utilização de veículos de lançamento ucranianos a partir do Centro de Lançamento de Alcântara
Ucrânia	Acordo entre governos	Brasil/Ucrânia	Salvaguardas tecnológicas relacionadas à participação da Ucrânia em lançamentos a partir do Centro de Lançamento de Alcântara
Ucrânia	Declaração Conjunta	JVE (Agência Espacial da Ucrânia)/AEB	Declaração identifica áreas de cooperação e oportunidades para a participação da indústria espacial ucraniana no desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro
Ucrânia	Protocolo adicional ao Memorando de Entendimento	JVE (Agência Espacial da Ucrânia)/AEB	Utilização de veículos de lançamento ucranianos

Fonte: CRI/INPE

Na área espacial, sobretudo na de satélites, os parceiros tradicionais do Brasil tornaram-se a Argentina, a China e a Ucrânia, que buscava um aumento na cooperação com o Brasil utilizando-se de tecnologias herdadas do programa espacial da ex-União Soviética.

Além dos problemas políticos e tecnológicos, um dos grandes entraves para a elaboração de um projeto na área de sensoriamento remoto entre países em desenvolvimento é o aspecto financeiro. A participação de empresas no segmento de imagens de sensoriamento remoto é algo bastante difundido. Os satélites mais importantes do segmento são gerados por consórcios internacionais, tais como *Landsat*, *Spot* e *Radarsat*, dificultando assim novos entrantes.

Todos estes elementos supracitados colocam a cooperação com os chineses na área de sensoriamento remoto como uma área de cooperação extremamente complexa. O Programa CBERS será descrito no capítulo seguinte. Foi um marco na cooperação sul-sul entre dois países com diferenças significativas, sobretudo no que se refere ao relacionamento mútuo e com grau até mesmo mais acentuado entre o INPE e a CAST.

## **Comentários Finais**

Neste segundo capítulo buscou-se discutir a relação entre cooperação internacional e os programas espaciais. Apesar de o capítulo ter um perfil histórico, não se pretendeu esgotar os enfoques que o tema possui. O caráter histórico conceitual será retomado nos capítulos seguintes com mais propriedade.

O caráter dual que a tecnologia espacial possui, aliado ao comportamento das superpotências após o fim da Segunda Guerra Mundial também são fatores que explicam a lógica cooperativa da área.

Sobre este aspecto, o capítulo pretendeu identificar como os países que não possuíam um potencial bélico, e tampouco estavam diretamente envolvidos na Guerra Fria, conduziam suas atividades espaciais. Este tipo de enfoque alternativo por parte das nações, sobretudo das

européias, foi importante a partir do momento em que os dirigentes identificaram que as atividades espaciais possuíam aplicações que iam além do aspecto militar. Neste contexto, as aplicações científicas e comerciais são dois motivos que norteiam as cooperações internacionais e surgem como alternativas para o uso do espaço e estão dentro dos termos dos acordos do comitê gestor dos usos do espaço para fins pacíficos – COPUOS.

Como forma de implementar essa nova dinâmica, o modelo de cooperação implementado na Agência Espacial Européia (ESA) de transformação dos recursos dos países participantes em contratos industriais nos próprios países é considerado adequado porque funciona como um instrumento de promoção de inovações tecnológicas nos países participantes.

Este modelo de cooperação também está sendo utilizado, de certa forma, na Estação Espacial Internacional, considerado o maior programa de cooperação na área e que conta com a participação das principais nações que detêm atividades espaciais consolidadas – com exceção da China, e a participação do Brasil como único país em desenvolvimento entre os participantes.

No tocante ao programa espacial brasileiro, buscou-se ressaltar o papel da cooperação internacional no desenvolvimento das atividades nacionais. Basicamente, a cooperação com países teve dois momentos que serão descritos a seguir.

O primeiro momento está compreendido nos anos sessenta, quando as cooperações tinham como foco o programa de Foguetes e os Centros de Lançamento, que eram levados a cabo pelos militares, havendo uma ruptura a partir do início dos anos setenta com a condução das atividades de forma autóctone. O segundo momento se inicia com a diminuição da cooperação com os militares e o aumento da cooperação com os civis, primeiramente com o INPE e, mais recentemente, com a Agência Espacial Brasileira.

Analisando o caráter histórico do programa, identifica-se que, nos anos sessenta, a aproximação geopolítica com os norte-americanos e o início do regime militar em 1964 abriram oportunidades para a cooperação militar na área espacial. Direta ou indiretamente, esta cooperação proporcionou a criação do Centro de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno

(CLFBI), em 1965, o desenvolvimento do programa dos foguetes de sondagem, além de uma intensa cooperação para a melhoria dos Recursos Humanos (RH).

No que se refere ao RH do setor aeroespacial, era de praxe a formação de engenheiros no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e no Instituto Militar de Engenharia (IME) e, posteriormente, a complementação da formação no exterior, quer seja realizando estudos de pós-graduação, quer seja realizando treinamentos em laboratórios e institutos de pesquisa, sabendo-se que o principal destino desses engenheiros e técnicos era os EUA.

A cooperação teria avançado sem maiores percalços até o ponto que o Brasil se tornasse um grande usuário das tecnologias desenvolvidas no exterior. Entretanto, a decisão de dotar o programa espacial de uma conotação mais desenvolvimentista de tecnologias provocou um abalo nas relações cooperativas com os EUA na área de lançadores.

Nos anos setenta, a cooperação internacional também deu um grande impulso ao recém-criado Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais que, aproveitando-se dos recursos humanos, físicos e financeiros da antiga CNAE, promoveu as áreas de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE) e Observação da Terra (OBT) como prioritárias no INPE. Um outro aspecto importante para a pesquisa espacial conduzida pelo INPE foi a vinculação direta com o CNPq, o que facilitou o acesso a recursos, sobretudo bolsas de estudo para formação de recursos humanos no exterior.

No que se refere à observação da Terra, logo no início dos anos setenta, o Brasil passa a ser o terceiro usuário no mundo a ter uma estação de recepção das imagens do satélite norte-americano *Landsat*, desenvolvendo uma capacitação científica e tecnológica na interpretação das imagens e posteriormente criando um curso de pós-graduação na área.

O ganho de capacitação do INPE também foi favorecido pela cooperação com os franceses na área de engenharia, com a formação de massa crítica em laboratórios e universidades deste país. Esta cooperação foi fundamental para o desenvolvimento do primeiro satélite nacional, como parcela da contribuição do INPE na MECB.

A priori, uma união de esforços entre a área de Observação da Terra e a de Engenharia não foi vista como oportuna, tendo em vista que as tecnologias para o desenvolvimento de sensores ainda não eram dominadas pelo país. No entanto foi pensando nos modelos subseqüentes da classe de satélites nacionais que decidiu-se contemplar os satélites de sensoriamento remoto.

No final dos anos setenta, o INPE intensificou seus esforços cooperativos com diversas nações desenvolvidas. Existia uma certa limitação na cooperação com nações em desenvolvimento que denomina-se cooperação do tipo Sul-Sul, tendo em vista os entraves políticos, econômicos e tecnológicos que os países pertencentes a este bloco possuem. Entretanto duas nações emergem com grande potencial cooperativo para o Brasil: a Argentina e a China.

Sobre a China, o Brasil iniciou a compreensão da necessidade de cooperar na área espacial a partir dos anos oitenta, conforme consta na tabela de cooperações listadas. O programa CBERS será nosso objeto de análise nos capítulos subseqüentes.

## **Capítulo III:**

### **Um Histórico da Cooperação Sino-Brasileira e sua Convergência para a Área Espacial**

#### **Introdução**

A assinatura do acordo, em 1988, é o marco inicial da cooperação entre Brasil e China, na área espacial. Entretanto a estratégia de cooperação começou a se estabelecer no início da década, com a assinatura do primeiro acordo na área de C&T, no ano de 1982<sup>1</sup>.

A importância da cooperação com a China, na área espacial, transborda em muito a dimensão científica e tecnológica, resultado de um esforço diplomático que se iniciou nos anos sessenta, com a aproximação entre os países, e culminou com o restabelecimento das relações diplomáticas formais em 1974 (Abdenur, 1994).

Ainda no que se refere aos aspectos políticos, a cooperação com a China é uma espécie de ruptura na política externa brasileira a partir dos anos oitenta, ao passo que, nitidamente, numa perspectiva Sul-Sul, o Brasil historicamente se envolveu com maior ênfase com o continente africano e com a América do Sul. Essa nova ordem política representava claramente o envolvimento brasileiro com as perspectivas de geração de uma nova ordem econômica internacional ou com sua política de terceiro mundo (Oliveira, 2004). Deste modo, a reaproximação com a China era fundamental para dar credibilidade à forte atuação brasileira nos fóruns multilaterais, onde se discutiam as questões relacionadas ao terceiro mundo.

O programa CBERS surge como uma evolução dos acordos na área de ciência e tecnologia, buscando a complementação de esforços do Brasil e da China, duas nações em desenvolvimento e aparentemente postulantes de melhores posições no cenário internacional, a cooperar numa área específica no segmento de satélites. No caso em tela, a área eleita foi a de sensoriamento remoto,

---

<sup>1</sup> Para maiores detalhes sobre os acordos de cooperação entre Brasil e China, vide anexo 4.

na qual as características econômicas e geográficas, aliadas aos aspectos tecnológicos, seriam as principais motivadoras do acordo.

O presente capítulo tem por objetivo fazer uma contextualização dos principais fatos que marcaram a cooperação sino-brasileira, culminando com o desenvolvimento do programa CBERS – objeto da análise proposta nesta tese. O Programa CBERS previa o desenvolvimento e a colocação em órbita de dois satélites de sensoriamento remoto. A primeira etapa foi concluída em 2003 quando o CBERS-2 entrou em órbita, desta forma o presente capítulo adotará este fato como corte temporal.

A condução do programa até 2003 sofreu vários reveses, porém sua continuidade e extensão foi proposta desde 1995 evoluindo em 2000 para as bases de um novo acordo que contemplaria mais dois satélites. Este é um dos primeiros indicativos de que o programa logrou certo êxito, sobretudo no campo político. Entretanto, não é pretensão deste trabalho fazer uma reflexão sobre o aspecto político no que se refere aos avanços no campo diplomático, mas buscar contextualizar os principais acontecimentos que se julgam relevantes para subsidiar a análise do programa em sua dimensão macro, conforme proposta descrita na introdução do trabalho.

Apesar da grande importância do tema, nas esferas tecnológicas, políticas, econômicas e sociais, o programa ainda é muito pouco estudado e seus aspectos principais pouco conhecidos até mesmo por parte dos atores nele envolvidos. Devido a estas dificuldades, ao longo do tempo, produziu-se pouca literatura sobre o tema. Além disso, uma grande parte dos trabalhos possui um enfoque estritamente técnico – relacionados à Engenharia e Tecnologia Espacial. Ante ao exposto, entende-se que para a análise do Programa e, por conseguinte, para a construção de sugestões à política de cooperação na área espacial, seria prudente uma abordagem histórica como forma de apresentar maiores detalhes. Para a elaboração deste capítulo, foram feitas pesquisas em livros, revistas, internet, jornais e artigos de revistas, além de dissertações e teses; também foi utilizado um conjunto de entrevistas com os participantes do programa, bem como a leitura de algumas das atas das reuniões do comitê binacional e de parte dos acordos internacionais. Estes últimos documentos encontram-se listados no anexo 4 desta tese. Sem a pretensão de em um único capítulo fazer um compêndio do programa, que já é bem extenso e

conta com uma grande quantidade de fatos e aspectos importantes para o entendimento da política de cooperação internacional promovida pelo Brasil, o capítulo também busca preencher algumas lacunas que servirão de base para a análise da trajetória da cooperação tecnológica sino-brasileira.

O capítulo está dividido em seis seções, fazendo alguns cortes temporais necessários para o entendimento do programa e sendo organizado da seguinte forma: na primeira seção, estão contemplados os principais fatos compreendidos entre os primórdios da cooperação entre Brasil e China até o estabelecimento do acordo científico em 1982, marco na cooperação na área de C&T; na segunda seção, enfoca-se o período entre 1983 e 1988, quando o programa CBERS foi configurado entre o Brasil e a China; na terceira seção, enfoca-se a forma como o INPE se organizou para levar a cabo o programa de cooperação; A quarta seção contempla os anos de 1990 a 1992, considerado um período de estagnação, no qual os acordos não foram em sua maioria cumpridos por nenhuma das partes; na quinta seção, na qual Tapia (1995) identificou como o período de relançamento do programa que foi estendido até o lançamento do primeiro satélite, em 1999, identificam-se os principais avanços no programa em prol do lançamento do CBERS-1; finalmente, na última seção são discutidas as principais mudanças na gestão do programa e na configuração dos sistemas, à luz do relativo sucesso do CBERS-1 e dos principais avanços na cooperação até o lançamento do CBERS-2 em 2003, finalizando a primeira parte da cooperação.

### **3.1 A aproximação entre Brasil e China no Campo diplomático e o Estabelecimento da Cooperação na Área Científica (1971-1982)**

O Brasil vivia um período militar em seu governo desde a primeira metade dos anos sessenta, onde um dos principais lemas da repressão era o combate à subversão e ao comunismo. Em 1961, quando Jânio Quadros renunciou à Presidência da República, seu vice, João Goulart, encontrava-se justamente em viagem à China. João Goulart sofreu grande influência, em suas ações, das idéias reformistas de desenvolvimento econômico com uma igualdade social maior.

A partir dos movimentos que culminaram com o golpe de 1964, foi proposto, pelo regime militar, um maior alinhamento aos norte-americanos, líderes do bloco capitalista, por isso uma aproximação com a China, uma das principais forças do bloco socialista, ficaria comprometida. Ademais, segundo Abdenur (1994), o governo brasileiro considerava o Japão como parceiro estratégico na Ásia, devido aos laços comerciais e culturais. Além disso, o Japão era considerado uma potência desenvolvida e capitalista, o parceiro natural para o estreitamento das relações diplomáticas do Brasil na Ásia.

Entretanto, as primeiras ações de aproximação do Brasil com a China ocorreram ainda no Governo Médici. O período do "milagre econômico" proporcionou à indústria brasileira um crescimento significativo (em média 12,6%, no período 1967-1973)<sup>2</sup>, aumentando os interesses de expansão dos contatos comerciais em novos mercados por parte dos empresários brasileiros<sup>3</sup>.

Em maio de 1972, foram estabelecidas as primeiras negociações de caráter comercial com a China<sup>4</sup>. Entretanto, o Conselho de Segurança Nacional propunha cautela devido às claras diferenças políticas entre os países e sugeria um posicionamento mais adequado em um momento oportuno<sup>5</sup>.

Neste mesmo período, o Ministério das Relações Exteriores (MRE) fixou a orientação de que “o Governo brasileiro (...) não impediria, mas também não patrocinaria oficialmente contatos de empresários e exportadores nacionais com a RPC”. Sob o impacto desta aproximação comercial, iniciada em 1971, a China tornou-se, em 1973, o segundo maior importador de açúcar brasileiro no mundo<sup>6</sup>.

O Presidente Geisel, empossado em 1974, direcionou a política externa para a continuidade do desenvolvimento econômico, pois surgiram sinais de esgotamento com a crise do petróleo no

---

<sup>2</sup> Cf. Lacerda *et. all* (2000:116)

<sup>3</sup> Em 1971, a Companhia Cacique de café solúvel participou da Feira de Cantão, a convite dos chineses. Nessa mesma oportunidade, também, surgiram os primeiros contratos de exportação de açúcar brasileiro para a China.

<sup>4</sup> C. f. Site da Embaixada do Brasil em Pequim: [www.embrasil.public.bta.net.cn](http://www.embrasil.public.bta.net.cn). Acessado em 22/11/2003.

<sup>5</sup> Segundo fontes do MRE, naquele momento ainda persistiam certas reservas pelo fato de a China ser comunista.

<sup>6</sup> Segundo dados da Cacex / Banco do Brasil-1979.

final do ano anterior. Tal atitude logo foi estabelecida como uma das estratégias de revisão das parcerias bilaterais, incluindo o Extremo Oriente (Japão e China), Oriente Médio, África, Países Socialistas e América Latina, a fim de que se pudesse diminuir a dependência de parceiros comerciais “tradicionalis”<sup>7</sup>.

Segundo Cunha (2004:10), “Dentro do pragmatismo político da diplomacia brasileira, a diversificação de parcerias no cenário internacional tornou-se importante ferramenta para a consecução de objetivos nacionais. Nesse aspecto em particular, a República Popular da China pode ser compreendida, no discurso diplomático, como relacionamento bilateral prioritário e geograficamente estratégico, uma vez que consolida a presença dos interesses do Estado Brasileiro na Ásia-Pacífico”.

Oliveira (2004) complementa que o posicionamento do Brasil e da China, perante algumas questões internacionais, estava muito próximo, a despeito das diferenças políticas internas. Esses posicionamentos estavam relacionados à manutenção da soberania nacional, sem qualquer tipo de interferência externa no assunto.

Sendo assim, os contatos comerciais foram intensificados a partir do segundo trimestre de 1974, quando uma nova delegação da Associação de Exportadores Brasileiros partiu para a China. Desta vez, os exportadores contaram com a presença de diplomatas brasileiros, além de funcionários dos Ministérios do Planejamento e da Indústria e Comércio, que viajavam autorizados por meio de despacho presidencial<sup>8</sup>.

Na mesma exposição de motivos, o Presidente Geisel manifestou o interesse de que fosse feito um convite para que uma futura missão comercial chinesa visitasse o Brasil, tão logo fosse possível. Segundo o próprio Presidente, este seria um “passo preliminar com vistas à eventual normalização das relações comerciais e diplomáticas entre os dois países”<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup> C.f Lessa (1996). O Brasil elegeu, anteriormente, os países capitalistas e desenvolvidos como principal foco das relações bilaterais. A revisão proposta no governo Geisel teve por objetivo a identificação de novos parceiros políticos e novas oportunidades comerciais.

<sup>8</sup> Conforme Exposição de Motivos do MRE de 09/04/1974.

<sup>9</sup> Idem.

Segundo Abdenur (1994), tal normalização significaria, antes de tudo, que o governo brasileiro reconhecia o regime de Pequim como legítimo representante do governo chinês, rompendo, simultaneamente, as relações oficiais com a China Nacionalista.

Na verdade, o Presidente Geisel apenas corroborou a posição iniciada pela diplomacia brasileira em reconhecer a República Popular da China como nação, tomada na XVI Assembléia Geral da ONU em 1961. A decisão depois foi retificada pelo país em atenção à orientação norte-americana, que, dada à relevância do tema, sugeriu que esta deveria ter o aval de dois terços dos votantes (Pinheiro, 1993).

Entretanto, existiam algumas pendências no passado militar brasileiro, como a prisão, condenação e expulsão, em abril de 1964, por tribunal de exceção instituído pelo regime militar brasileiro, da missão comercial da República Popular da China (RPC) que desembarcara no Brasil no mês anterior, encarregada de organizar a exposição de produtos chineses, e que fora, mais tarde, acusada de exercer “atividades subversivas”.<sup>10</sup>

Após a resolução dessas pendências, o comércio entre os países foi incrementado. Aliás, o início dos anos setenta foi marcado por um grande volume de missões comerciais bem sucedidas, sobretudo aquelas relacionadas a produtos primários, base das exportações nacionais no período, tais como o açúcar, o café e o algodão.

Apesar de não haver indicações claras, identifica-se que a aproximação comercial e a possibilidade de explorar diversas janelas de oportunidades comerciais entre ambos os países precipitaram o restabelecimento de relações diplomáticas formais com a China. A proposta, então, foi encaminhada ao Conselho de Segurança Nacional (Vizentini, 1998).

No entanto, a idéia ainda não era consenso e encontrava forte resistência em algumas esferas militares. Estas resistências foram vencidas em parte, quando, em agosto de 1974, foi

---

<sup>10</sup> Segundo Bueno (1994), o tema foi abordado com o chefe da missão do Itamaraty que, após “aludirem às afrontas e humilhações sofridas (...) por parte da polícia, reiteraram os protestos de inocência de seus integrantes e a sua disposição, na época, de se submeterem a novo julgamento”. Ao indagar-lhes que tipos de compensação esperavam receber, os chineses “responderam que essa questão ficaria a juízo do governo brasileiro, mas que não seria esse o obstáculo para levarmos adiante os nossos projetos”.

assinado, no Itamaraty, o acordo que restabelecia as relações diplomáticas com a RPC<sup>11</sup>, por ocasião da visita à Brasília do Vice-Ministro do Comércio Exterior chinês, Chen Jie, chefe da missão comercial convidada por Geisel quatro meses antes. O Brasil tornou-se o centésimo segundo país do mundo a estabelecer relações diplomáticas com a China comunista<sup>12</sup>, com a instalação da Embaixada Brasileira em Pequim, em 1975.

Com a aproximação política estabelecida e consolidada, iniciou-se um grande intercâmbio entre os países. O viés comercial já era bem forte com o incremento das exportações brasileiras à China. Nos primeiros anos da relação, os contatos econômicos bilaterais tinham à frente, pelo lado brasileiro, a Interbrás e o Itamaraty. O saldo da balança comercial brasileira com a China subiu de cerca de US\$ 6 milhões, no início de 1976, para US\$ 146 milhões, no ano seguinte<sup>13</sup>. Em outubro de 1977, nova missão comercial brasileira visitou a RPC, com vistas a negociar a importação de carvão siderúrgico chinês para as usinas estatais (Usiminas, Companhia Siderúrgica Nacional, Cosipa). A importação de carvão chinês pode ser vista como uma forma de corroborar a estratégia brasileira de diversificar as fontes de suprimento industrial implementado com o II Plano Nacional de Desenvolvimento – PND (Baer, 2003; Gremaud et al., 2004).

Estas negociações evoluíram até que, em janeiro de 1978, foi assinado, em Pequim, o primeiro ato internacional de relevância após o restabelecimento das relações diplomáticas: o acordo comercial para regularizar o comércio bilateral<sup>14</sup>. O documento foi visto pelo Brasil como possibilidade de aumentar ainda mais o crescente comércio entre esses países. O Brasil tinha interesse em importar petróleo, carvão mineral e insumos farmacêuticos, como antibióticos e vitaminas, e a China, manufaturados brasileiros, como calçados, minério de ferro, farelo e óleo de soja, têxteis e açúcar.

---

<sup>11</sup> Cf. site da Embaixada do Brasil em Pequim disponível em: [www.embrasil.public.bta.net.cn](http://www.embrasil.public.bta.net.cn). Acessado em 22/11/2003

<sup>12</sup> Entrevista Adil Vianna – Ministério das Relações Exteriores.

<sup>13</sup> C.f. dados do Setor Comercial da Embaixada em Pequim ([www.embrasil.public.bta.net.cn/comercial](http://www.embrasil.public.bta.net.cn/comercial)) visitado em 22/11/2003.

<sup>14</sup> “Acordo de Cooperação e Regulação do Comércio Bilateral entre a República Federativa do Brasil e a República Popular da China” celebrado em Pequim aos 7 dias de janeiro de 1978, versão em português. Seção de Protocolos do Ministério das Relações Exteriores (MRE).

As transformações políticas afetaram a China, em 1978. Deng Xiaoping voltou a exercer o cargo de Vice-Primeiro Ministro e retomou o programa de modernizações implementado por Zhou Enlai, que fora interrompido por Mao Zedong. O objetivo destas reformas era o de passar a imagem à comunidade internacional de uma certa credibilidade, sobretudo àqueles que pudessem lhe auferir certos rendimentos políticos ao país. Segundo o discurso de abertura no XIV Congresso Nacional do Partido Comunista Chinês, Jiang Zemin (1994:147) aponta que: “Desde a III Sessão Plenária do XI Comitê Central, nosso partido e nosso povo, guiados pela teoria do camarada Deng Xiaoping sobre a construção de um socialismo com peculiaridades chinesas, dedicam-se à reforma com firme vontade e trabalham com ingente esforço, dotando o país de dinamismo e pujança e produzindo uma mudança de transcendência histórica por todo o território chinês”.

Sendo o Brasil um parceiro potencial, a China, a partir de 1978, utilizou instrumentos para incentivar as relações comerciais, numa época em que a economia brasileira necessitava, a todo custo, produzir divisa, tendo em vista que o modelo adotado no período ‘pós-milagre’ havia dado sinais de esgotamento<sup>15</sup>.

Ao final dos anos setenta, era visível que ambos os países haviam identificado as potencialidades e as vantagens da cooperação. No caso do Brasil, o processo de modernização chinês trouxe uma boa perspectiva para a cooperação. Para a China, era estratégico cooperar com um país que obtivera as maiores taxas de crescimento econômico na década de setenta e que, ademais, contava ainda com um relativo atraso em áreas onde eles possuíam excelência (Entrevista Carlos Asfora: 2003). No fim da década de setenta, o Brasil tornara-se o sexto parceiro empresarial da China, tendo o seu comércio desenvolvido em escala exponencial. Em parte, este aumento é explicado por um mecanismo de complementaridade entre os países. A China produzia petróleo, mas necessitava de minério, alimentos e produtos tropicais (Cunha, 2004). O ritmo de crescimento do relacionamento comercial induzia à criação de cada vez mais áreas de interesse comercial<sup>16</sup>.

---

<sup>15</sup> Sobre esta discussão, vide Furtado (1983).

<sup>16</sup> A China também tinha interesse na tecnologia brasileira de construção de grandes barragens. Há fortes indícios que esta tecnologia foi de grande importância para a construção da Usina Hidroelétrica de 3 Gargantas, Localizada

Os primeiros contatos entre o Brasil e a China, na área de C&T, iniciaram-se em 1978. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) buscou desenvolver um programa de intercâmbio de sementes entre entidades chinesas, após constatarem o interesse bilateral por certos produtos. Até então, as relações comerciais e de C&T estavam concentradas em produtos relacionados ao setor mineral<sup>17</sup>.

A primeira grande mudança neste quadro de exportações de *commodities*, com a inclusão de produtos com um certo valor agregado, foi exatamente no segmento aeroespacial, considerado como a primeira ação no estabelecimento de entendimentos na área. Em 1979, uma comitiva chinesa visitou a Embraer. Na oportunidade, os chineses demonstraram interesse na formação de *joint-venture* para implantar uma montadora do avião agrícola EMB-201, o “Ipanema”, na China, com peças a serem produzidas pela indústria brasileira. A indústria aeronáutica e a própria Embraer possuíam produtos certificados pelas normas internacionais e, até mesmo, pelas normas militares, o que era uma garantia de aceitação nos mercados internacionais. Na área espacial, a MECB já estava desenhada. No entanto, no que concerne ao aproveitamento de aviões nacionais, apesar de uma longa série de contatos, de resto pouco produtivos, entre os chineses e a Embraer, apenas a partir do ano de 2000 é que houve uma efetiva interação com o mercado chinês de aviação<sup>18</sup>.

Em outra vertente, o segmento de usuários de bens e serviços relacionados à área aeroespacial possuía um mercado potencial onde se destacava a aerofotogrametria – técnica em que se permite o mapeamento do relevo por meio de imagens fotográficas feitas de um avião – e um dos primeiros passos para a difusão dos serviços de sensoriamento remoto orbital, área de aplicação do futuro programa de cooperação entre os países.

---

no Distrito de Sandouping, Município de Yichang, Província de Hube que, quando completamente operacional, se tornará a maior do mundo, suplantando a Usina Binacional de Itaipu.

<sup>17</sup> Vide dados da Cacex / Banco do Brasil - 1979.

<sup>18</sup> Segundo informações no *site* da Embraer ([www.embraer.com.br](http://www.embraer.com.br)), em setembro de 2000, a companhia de transporte aéreo chinesa Sichuan Airlines recebeu seu primeiro jato ERJ 145, firmando a entrada da Embraer no referido mercado. Posteriormente foi criada uma *joint-venture*, a Harbin Embraer, para produzir os jatos.

Como forma de aumento do intercâmbio entre os países, realizou-se, em março de 1980, em Pequim, a I Reunião da Comissão Mista Brasil-China (COMISTA), com o intuito de estabelecer áreas de cooperação. No processo da preparação do encontro, por sugestão da parte chinesa, foi proposta uma cooperação cultural. Esta cooperação se daria por meio do intercâmbio de espetáculos, exposições, atividades docentes e discentes. Sobre estes últimos dois tipos de intercâmbio (educacional), se faria um pequeno esboço acerca de uma cooperação científica e tecnológica.

As diretrizes do governo militar brasileiro, contudo, ainda não permitiam a assinatura de um Acordo Cultural ou de Ciência e Tecnologia com países como a China<sup>19</sup>. Os chineses, porém, continuavam a manifestar o interesse nas áreas da cooperação científica e tecnológica com o Brasil, de forma mais sistemática, oferecendo ao Brasil duas bolsas de estudos para cursos de graduação e pós-graduação, em ciências exatas, humanas e biológicas.

O governo chinês, por conseguinte, possuía uma visão acurada de quais áreas eram mais carentes e, dentre elas, quais o Brasil poderia servir como uma ponte de qualidade. O Conselho Nacional de Ciências da China estava acelerando os contatos internacionais e estabelecendo vínculos de colaboração com diversos países ocidentais, mandando uma delegação ao Brasil com o objetivo de conhecer a experiência brasileira na legislação sobre normas e patentes e na formação de recursos humanos na área de normalização, controle e garantia de qualidade.<sup>20</sup>

Dadas as perspectivas de colaboração que se abriam com a China, a Embaixada Brasileira em Pequim produziu um relatório sobre a situação da ciência e tecnologia chinesa. O referido relatório, realizado com base nas informações proporcionadas pelo governo chinês e em consultas informais junto aos setores de cooperação das principais embaixadas ocidentais em

---

<sup>19</sup>Apoiados na análise de documentos da cooperação e em consultas à Divisão de Atos Internacionais (DAI/MRE), verificamos que o intercâmbio cultural bilateral possuía como diretriz um processo que incluía o exame, por parte do Ministério da Educação e Cultura, do Serviço Nacional de Informações e do Itamaraty, da programação cultural anual proposta pela Embaixada chinesa, que tinha, inclusive, um poder de veto. A decisão final a respeito competia a ninguém menos que o próprio Presidente da República. No caso da programação cultural brasileira, o Departamento Cultural do MRE deveria elaborá-la em consulta com o MEC e o SNI.

<sup>20</sup> Esta missão visitou, no Brasil, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) e a Secretaria de Tecnologia Industrial do Ministério da Indústria e Comércio (STI/MIC). Como saldo desta missão, tem-se os acordos de colaboração bilateral nessas áreas que perduram até hoje.

Pequim, afirmara que “a China apresenta nível surpreendentemente alto na pesquisa relativa a alguns campos do conhecimento científico e tecnológico. Paralelamente, há áreas virtualmente subdesenvolvidas. (...) O país tem realizações bastante satisfatórias na pesquisa aeroespacial, pesquisa nuclear para fins militares, agronomia e medicina. Por outro lado, há focos de grande atraso em outras áreas vitais para a economia, como a indústria leve, a informática e a instrumentação científica”. Como apontado, a área espacial possuía um destaque no relatório, que especificava, em seguida, que “a tecnologia chinesa alcançou surpreendente aprimoramento no campo da pesquisa aeroespacial”, e descrevia as principais realizações da China no setor de satélites e mísseis. O Adido Científico da Embaixada dos EUA era citado com a seguinte declaração: a China “teria criado uma base tecnológica na área espacial a partir do nada”<sup>21</sup>.

Ademais, o relatório acrescentava que a China tinha grande interesse em se aproximar dos países com problemas, dificuldades e carências semelhantes aos seus, e parecia ansiosa em adotar as fórmulas mais compatíveis e baratas, bem como tecnologicamente ao seu alcance, para auxiliar no seu projeto de desenvolvimento. O Brasil, nesse quadro, apresentava-se como “um dos países ideais para (...) um profícuo e realístico intercâmbio”<sup>22</sup>.

A China buscou, então, uma aproximação com os atores da comunidade científica nacional com o intuito de aumentar o intercâmbio na área. Conseqüentemente foi então formulado um convite para o presidente do CNPq, Lynaldo Albuquerque Cavalcanti, para uma visita ao país com a finalidade de estabelecer novas áreas de cooperação<sup>23</sup>. O resultado da viagem foi a negociação da assinatura de um Acordo Básico de Cooperação Científica e Tecnológica, ou de Convênio Interinstitucional, com o Conselho Nacional de Ciências da China, no caso de impossibilidade de concretização de Acordo Governamental.

A análise do documento demonstrou o interesse do Brasil em promover o intercâmbio nas áreas de Medicina tradicional chinesa, Farmacologia de plantas medicinais e Piscicultura de água doce (Cunha, 2004). Em contrapartida, o Brasil tinha a oferecer sua experiência em construção de grandes barragens e hidrelétricas, assim como em computação, tecnologia de alimentos, culturas

---

<sup>21</sup> Embaixada do Brasil em Pequim: A situação da ciência e tecnologia na República Popular da China. 1981. *mimeo*.

<sup>22</sup> *Idem*, op cit.

<sup>23</sup> C.F. Centro de Memória/CNPq, Documento 1287/82, Microfilme 38-82.

tropicais, fontes alternativas de energia e em **mapeamento geológico por sensoriamento remoto** [grifo nosso]. Esta, sem dúvida, foi uma ação clara do governo no que se referia ao interesse e à possibilidade de cooperação bilateral nos usos pacíficos da tecnologia espacial. Mesmo após o relatório produzido, a embaixada brasileira não colocou a área espacial como potencialmente relevante (Entrevista Carlos Asfora, 2003).

O processo de aproximação entre os países ganhou um importante marco com a primeira visita oficial de um chanceler brasileiro à China. O Ministro das Relações Exteriores, Saraiva Guerreiro, seria recebido pelo Chefe de Estado Chinês, Deng Xiaoping<sup>24</sup>. Em 25 de março de 1982, o Ministro assinou o Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica entre a República Federativa do Brasil e a República Popular da China<sup>25</sup>.

A idéia de colocar a área espacial como uma das áreas fins na cooperação científica foi aventada pelos chineses alguns meses antes. A delegação chinesa se encontrou com alguns técnicos e engenheiros do INPE, aproveitando a participação de ambos na assembléia Geral da União Internacional de Radioastronomia, realizada em Washington, D.C., em agosto de 1981, e, nesta ocasião, manifestou o interesse em cooperar no intercâmbio de literatura científica e explorar a possibilidade de que o INPE recebesse pesquisadores chineses para estágio (CRI/INPE).

A razão do interesse se devia ao domínio da tecnologia por parte do Brasil para a construção de uma antena para ondas milimétricas. O INPE tinha grande experiência na operação, manutenção e aplicações da antena, bem como no *software* de comando e controle do equipamento, que era operado pelo Instituto desde os anos setenta, considerado um dos melhores em todo o mundo. Os chineses estavam interessados em construir uma antena semelhante à brasileira e, em razão disto, além da área supracitada, o interesse técnico e científico chinês englobaria pesquisas sobre variabilidade de *quasars* e na área de física solar.

---

<sup>24</sup> C.f Matéria veiculada no Jornal do Brasil: “O que é preciso saber para fazer negócio com a China”, de 18/04/82.

<sup>25</sup> O Acordo, contudo, somente entrou em vigor dois anos depois, por troca de Notas, em 30 de março de 1984.

Contudo, apesar de o INPE, naquele momento, estar vinculado ao CNPq, era necessário que o Instituto se reportasse aos órgãos governamentais mais elevados, sobretudo à Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), então gestor do programa espacial brasileiro, para verificar a existência de algum tipo de impedimento formal ao trabalho em conjunto de pesquisa com a China, que já havia se iniciado há algum tempo entre o INPE e o Observatório da Montanha Púrpura, vinculado à Academia Chinesa (CRI/INPE).

A principal preocupação era de que não havia sido desenvolvido, até então, nenhum tipo de acordo mais formal, porém não houve qualquer impedimento para a continuidade dos trabalhos. A partir daí, a colaboração institucional entre o INPE e o Observatório da Montanha Púrpura desenvolveu-se satisfatoriamente e se estendeu por mais de uma década.<sup>26</sup>

Aproveitando-se do acordo científico firmado, uma das primeiras delegações a visitar a China, em busca de potenciais parceiros, foi uma missão encarregada de estudos na área de informática<sup>27</sup>. No encontro, registrou-se a existência de possibilidades de complementação entre os dois países no campo da informática, uma vez que a China detinha a tecnologia de computadores de grande porte, enquanto o Brasil tinha sua produção orientada para micro e minicomputadores; além do mais, a China tinha escassez de *softwares* e periféricos, sobre os quais já era expressivo o desenvolvimento da tecnologia brasileira.

A presença de alguns setores do ITA na missão, mesmo existindo outros centros de excelência em computação no Brasil, além do interesse na cooperação na área espacial, manifestado no protocolo de cooperação, pode ser visto como um grande indício do desejo brasileiro de cooperar na área de mísseis e foguetes, sobretudo porque a China já possuía capacidade autônoma no setor espacial, com mísseis, veículos lançadores de satélites de diversos tipos e os próprios satélites.

Paralelamente, foram constatados esforços dos chineses em aumentar sua capacitação no que se refere ao uso de imagens de sensoriamento remoto. Em 1980, os chineses já haviam

---

<sup>26</sup> C.f. Inpe. “Caminhos para o Espaço - 30 anos do INPE”, 1991.

<sup>27</sup> Conforme exposto nos arquivos da Embaixada do Brasil em Pequim sobre as missões brasileiras à China.

assinado um memorando de entendimento com os norte-americanos que objetivava a transferência de tecnologias para a construção da estação terrestre do *Landsat*. O Brasil já possuía esta estação há quase uma década, e os esforços na formação de recursos humanos na área, também já estavam bem adiantados. A constatação de que o Brasil detinha avanço sobre a China em algumas áreas, muito embora esta tivesse óbvia primazia, em um contexto mais amplo, por dominar o ciclo da energia nuclear e do lançamento de vetores, levou uma Delegação da Escola Superior de Guerra (ESG) a uma visita à China. Esta delegação recomendou a cooperação sistemática no campo da pesquisa espacial, onde a área de recepção de dados poderia ser o principal “capital” nacional para obter transferências de outras tecnologias.

Entretanto, esta proposta nunca foi levada adiante por parte do governo chinês. Em que pese o caráter fechado que a China possui, a cooperação internacional na área militar nunca passou pela cabeça dos chineses, nem com o Brasil, nem com nenhuma outra potência. A inclusão da China, em 1974, como membro permanente do conselho de segurança da ONU, como único país do Hemisfério Sul, reconheceu os avanços da pesquisa chinesa no âmbito militar.

### **3.2 A Organização das Diretrizes do Programa CBERS (1983-1988)**

A cooperação em C&T coroou esforços de aproximação política e comercial entre o Brasil e a China. Pode-se identificar a área como sendo o terceiro passo – após o restabelecimento diplomático e o aumento do intercâmbio comercial – para o estabelecimento de relações cooperativas na área de C&T. Sobre o contexto econômico, alguns dados podem ser a evolução econômica, verificável pelo aumento das relações comerciais entre os dois países, conforme a tabela 3.1.

**Tabela 3.1 Relações Comerciais Brasil/China  
(Anos Selecionados: 1974-2002)**

<b>Ano</b>	<b>Valor total do comércio (US\$ milhões)</b>
1974	17,42
1979	216
Década de 80 (média)	755
Década de 90 (média)	1.494
2000	2.845
2001	3.698
2002	4.469

Fonte: Embaixada da China no Brasil

Pode-se observar que o impacto que a China proporcionou ao comércio brasileiro, demonstrado na tabela 3.1, foi positivo para a obtenção do posto de principal parceiro comercial da China na América Latina, já no ano de 1982. A importância que o Brasil adquiriu no cenário político chinês foi, sem dúvida alguma, um grande dínamo para a intensificação da cooperação e o seu posterior direcionamento para a área de C&T.

Ao longo do tempo, o desejo da China de cooperar na área espacial com os brasileiros começou a ficar cada vez mais evidente, sinalizando com uma aproximação maior entre as instituições de ambos os países. Com esta constatação, o Brasil procurou detalhar em que área seria interessante a cooperação. Internamente, o Brasil estava desenvolvendo esforços na área de lançadores, satélites e de centro de lançamento, de acordo com as diretrizes propostas na MECB (Costa Filho: 2002).

Paralelamente, em decorrência da XXVI Reunião do Comitê das Nações Unidas sobre os Usos Pacíficos do Espaço Exterior (COPUOS), em Nova Iorque, representantes do Brasil encontraram-se com chineses para avaliar a possibilidade de cooperação entre os dois países em matéria de espaço exterior. Abi-Sad (1996) aponta esta reunião como a primeira intenção em cooperar de forma bilateral em matéria espacial. Posteriormente, o assunto começou a ser tratado com interesse especial pelas embaixadas de ambos os países.

Na verdade, apesar de ter sido assinado em 1982, o acordo bilateral sobre ciência e tecnologia ainda não tinha entrado em vigor, o que só ocorreria em 1984, conforme verificamos na tabulação dos acordos presentes no anexo 4 deste trabalho.

O assunto foi tratado na reunião da COBAE<sup>28</sup>, subsequente ao encontro, quando se discutiu a necessidade de um melhor detalhamento diante da observância do aumento da abrangência da cooperação com os chineses. Em outras palavras, a não inclusão do segmento lançador nas conversas em Nova Iorque por ocasião desta reunião desagradou uma parte dos militares brasileiros, que deixou o assunto sem resolução definida.

A primeira visita de um presidente brasileiro à China, João Figueiredo, em 1984, segundo Cabral Filho (2006), “deu início ao diálogo sino-brasileiro entre as suas maiores lideranças políticas. Um diálogo que gerou consenso quanto ao princípio de defesa da ordem internacional baseada no respeito à independência, integridade territorial, soberania e não interferência nos assuntos internos de cada país, lançando as bases do intercâmbio e cooperação política entre os dois maiores países em desenvolvimento”<sup>29</sup>.

Pelo lado chinês, o tema da cooperação espacial começava a despertar interesses concretos. Segundo informações da embaixada brasileira em Pequim, naquele momento a China encontrava-se em processo de “avaliação em alto nível das áreas de potencial intercâmbio, tanto em ciência, quanto em tecnologia espacial, a fim de possibilitar a elaboração de programas para dar início à referida cooperação”.

Ainda em 1984, a China dá um passo significativo no que se refere ao domínio da tecnologia espacial, com o lançamento bem sucedido de um satélite de telecomunicações em órbita geoestacionária com tecnologia exclusivamente chinesa, aumentando o interesse brasileiro pela manutenção da cooperação<sup>30</sup>.

---

<sup>28</sup> Ata da Reunião da COBAE, ocorrida em 23 de março de 1983. Mimeo

<sup>29</sup> Severino Bezerra Cabral Filho: O Brasil e a China – Relação de Cooperação no século XXI in [www.ccibc.com.br/pg\\_dinamica/bin/pg\\_dinamica.php?id\\_pag=58](http://www.ccibc.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=58), acesso em 28/06/2006.

<sup>30</sup> Deve-se ressaltar que a tecnologia espacial chinesa é confiável, porém distante de ser muito avançada. Assim, o país utiliza-se de soluções tecnológicas econômicas e facilmente adaptáveis às características e necessidades brasileiras.

Quando se fala do referido aumento do interesse nacional, entende-se interesse militar, cujos representantes começaram novas ações para a inclusão do segmento lançador nos entendimentos com o lado chinês. Durante os preparativos para a visita do presidente Figueiredo à China, o Centro Técnico Aeroespacial (CTA) ficou encarregado de estabelecer o conteúdo do ajuste complementar ao Acordo Científico e Tecnológico na área espacial. Em razão disto, o CTA manifestou interesse na troca de experiências com os chineses, tanto na área espacial quanto em meteorologia, e apresentou, na reunião preparatória para a visita, uma proposta de Ajuste Complementar ao Acordo de Cooperação Científica e Técnica, já então em plena vigência, sobre a Cooperação no Campo Aeroespacial. **A participação brasileira seria de responsabilidade exclusiva do CTA** [grifo nosso], e as áreas de colaboração incluíam “ciências atmosféricas”, “foguetes de sondagem”, “lançadores de satélites e seus sistemas” e “aeronaves e seus sistemas”.<sup>31</sup>

Entretanto, a proposta foi expandida para um ajuste mais amplo conforme leitura do texto final do Ajuste Complementar. O Ajuste Complementar, assinado em 1984, estabelecia as seguintes modalidades de cooperação:

- 1) Intercâmbio de cientistas, técnicos e especialistas para o estudo dos principais resultados auferidos nos campos científicos e tecnológicos, bem como a possibilidade da realização de estágios nessas áreas;
- 2) Contratação de especialistas e técnicos, a fim de disseminar as experiências científicas e tecnológicas;
- 3) Realização de pesquisas conjuntas relacionadas à área de C&T com o objetivo de utilização prática dos resultados obtidos;
- 4) Organização de Seminários, Colóquios, Simpósios e Conferências;

---

<sup>31</sup> MRE (1984) O Ajuste Complementar ao Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica. Brasília. mimeo

- 5) Intercâmbio de material científico, tais como documentos e informações científicas e tecnológicas – podendo ser na forma de sementes, plantas, amostras, etc. – destinadas à pesquisa e à experimentação científica;
- 6) Intercâmbio de resultados da pesquisa, incluindo-se as licenças e patentes que as experimentações pudessem auferir;
- 7) Outras formas de cooperação a serem determinadas por posteriores “Ajustes Complementares”.<sup>32</sup>

Ademais, o anexo referente à cooperação espacial designou a COBAE como órgão brasileiro responsável pela execução dos projetos de cooperação no âmbito do Ajuste, por intermédio do CTA e do INPE.

Segundo Cunha (2004:11), “a partir da definição do interesse em cooperar na área espacial, surgiu um grupo de trabalho conjunto com a incumbência de explorar as possibilidades de cooperação bilateral”.

Outrossim, a inclusão do INPE foi a primeira forma de os chineses dizerem “não” às aspirações militares de cooperação<sup>33</sup>. A parte chinesa ficou submetida ao Ministério da Indústria Espacial do seu país. A cooperação foi prevista para a realização das atividades espaciais nas áreas de satélites de comunicações e de sensoriamento remoto, processamento de imagens, foguetes lançadores e seus sistemas, foguetes de sondagem e “outras técnicas” – intencionalmente não especificadas. Ademais, a parte chinesa possuía uma clara percepção de sua deficiência técnica na área de satélites de sensoriamento remoto, por isso os entendimentos que partiam do lado chinês sempre buscaram doravante, direta ou indiretamente, contemplar esta área.

---

<sup>32</sup> Outrossim, este acordo não oferecia garantias específicas, sendo necessária a assinatura de protocolo complementar para uma área de interesse específica.

<sup>33</sup> É necessário ressaltar que o Brasil ainda vivia o período militar. Assim, uma recusa de imediato do lado chinês poderia prejudicar os avanços da cooperação e acabaria com a possibilidade de cooperação bilateral para fins pacíficos.

Ao nomear como órgão brasileiro responsável a COBAE e designar o CTA e o INPE como responsáveis pela colaboração entre o Brasil e a China, o acordo, por intermédio da iniciativa chinesa, deu margem às possibilidades de cooperação nos usos, tanto militar quanto pacífico das ciências espaciais.

Nesse momento, era claro o clima de luta pela definição, mesmo que de forma sutil, da área a cooperar, onde qualquer movimento poderia colocar todo o esforço pretérito em cheque. Se faz necessário ressaltar que, em todos os momentos, a iniciativa sempre partiu do lado chinês, que pretendia suprir certas carências de seu programa localizadas no segmento de satélites do componente civil do programa espacial brasileiro, enquanto a parte brasileira focava esforços na cooperação no segmento de lançadores.

Além da área de antenas, descrita anteriormente como uma de suas áreas carentes, o lado chinês estava interessado em obter informações sobre a experiência brasileira na recepção de imagens *Landsat* (Entrevista Jânio Kono, 2003). A estação chinesa questionou o INPE a respeito da possibilidade e da conveniência de enviar ao Brasil um engenheiro de *software* para um período de treinamento nas instalações do INPE. Prontamente, o Instituto se dispôs a prestar tal cooperação, que dependeria apenas, para seu início, da fixação de datas pelos chineses, definido a partir de junho ou julho de 1984.<sup>34</sup>

No entanto, vários campos de potenciais cooperação sofreram óbices, tendo em vista dificuldades técnicas para sua implementação. A título de exemplo, no tocante à cooperação na área de satélites de telecomunicações, o Brasil ainda não dispunha de tecnologia necessária para o estabelecimento de uma diretriz clara de cooperação.<sup>35</sup>

Na área de foguetes e lançadores, o uso dual da tecnologia, bem como a gestão militar do programa Brasileiro, afastou, por completo, a possibilidade de cooperação na área. Aditivamente,

---

<sup>34</sup>Segundo informações colhidas na Coordenação de Relações Institucionais do INPE, o engenheiro Zhang Jian realizou, em junho de 1984, treinamento no Brasil, visando aprimorar os conhecimentos de aplicação dos *softwares* para o uso das imagens *Landsat*.

<sup>35</sup>A responsabilidade pela área de telecomunicações no Brasil era da Embratel, que não estava contemplada como parceira dos Chineses. Em consequência, os satélites nacionais da série Brasilsat eram obtidos por meio do consórcio europeu Intelsat, sendo o lançador utilizado o foguete francês Ariane, portanto não haveria possibilidade de avanços nesta área.

a área de foguetes chinesa também era gerida por militares, o que dificultou sobremaneira qualquer tipo de cooperação. As únicas negociações que prosperavam realmente foram as que previam a cooperação no campo do sensoriamento remoto, consubstanciada no projeto CBERS.

O INPE buscou firmar uma parceria com a CAST vinculada ao MOA (*Ministry of Aeronautics Industry*)<sup>36</sup>, sem, contudo, definir claramente, o foco da cooperação na área de tecnologia de satélites. Era consenso que existia um campo muito vasto para a cooperação bilateral. Por fim, foram estabelecidas quatro áreas básicas para a cooperação:

- (1) Estrutura de satélites, controle térmico, controle de atitude e suprimento de energia;
- (2) Processamento de imagens de satélites, bem como sua classificação e utilização;
- (3) Sistemas de terra para rastreamento, telemetria e comando (*Tracking, Telemetry and Command*, ou TT&C) de satélites;
- (4) Testes ambientais de satélites.

No que se refere aos pontos do acordo e segundo depoimentos de técnicos do INPE, havia interesse brasileiro em adquirir dos chineses a tecnologia relativa aos itens um e quatro; a equipe chinesa teria de aprender com o Brasil o que se refere ao item dois. Quanto ao item três, ambos teriam a ganhar com a cooperação.

De volta ao Brasil, o presidente da COBAE declarou à imprensa que a cooperação com a China poderia acelerar o programa espacial brasileiro e que sua missão teria sido a primeira, em todo o mundo, a conhecer, sem reservas, a indústria espacial chinesa<sup>37</sup>. Houve quem aventasse a idéia de que em um curto espaço de tempo, a China seria “um dos maiores clientes da indústria bélica brasileira”<sup>38</sup>.

---

<sup>36</sup>Ademais, em função do descompasso entre o sub-programa de satélite e o do lançador da MECB, o programa de cooperação com a China foi colocado como alternativa, frente a um potencial fracasso do programa nacional. (Tapia, 1995).

<sup>37</sup> Jornal de Brasília, 13/12/1984.

<sup>38</sup> Humberto Netto, “Pequim enviará adido militar”, Jornal de Brasília, 8/12/1984.

O ano de 1985 trouxe profundas mudanças para a área de ciência e tecnologia no país. A criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)<sup>39</sup> e o vínculo direto do INPE a este Ministério trouxeram novos horizontes para a política espacial brasileira, sobretudo, no segmento civil. Uma das primeiras alterações foi a mudança na direção do INPE, na qual Marco Antonio Raupp substituiu Nelson de Jesus Parada.

Como consequência da assinatura do acordo no ano anterior, a primeira delegação chinesa veio ao Brasil para visitar o CTA no primeiro semestre de 1985. Como resultado das visitas aos Institutos do Centro, foram discutidas várias questões referentes a sistemas de engenharia de veículos VLS, sistemas de controle e giroscópios, além de aspectos orçamentários. Os giroscópios eram e são um dos principais gargalos na parte de comando do VLS, sendo importados da Rússia; como a China possuía um tratado com a União Soviética para transferência de tecnologia de mísseis e bombas nucleares (Betzler, 2001), era razoável imaginar que a tecnologia poderia ser obtida via chineses. No que tange ao aspecto orçamentário, este foi identificado como o problema mais agudo, pois os chineses deixaram claro que a cooperação com o CTA só se estabeleceria após a assinatura de contratos comerciais, considerados “o primeiro passo para um longo e frutífero programa de trabalho”<sup>40</sup>. Tal postura não correspondia à expectativa brasileira. O CTA tinha, por interesse, o repasse de tecnologias sem a presença de uma empresa comercial, pois imaginava ser mais fácil a negociação em relação às burocracias do Estado.

Por sua vez, o INPE submeteu a CAST um esquema de programa de cooperação nas áreas de interesse, que viria a ser reformulado posteriormente, em decorrência da II Reunião da Comissão Mista Brasil-China de Cooperação Científica e Tecnológica, que seria realizada, em Brasília em 1986.

---

<sup>39</sup>Entretanto, a opinião não era um consenso, segundo Lynaldo Albuquerque (2002:353), então presidente do CNPq. “A decisão de criar um ministério esteve muito mais ligada a questões de natureza político-partidária do que propriamente àquelas relacionadas à C&T. Falou mais alto a necessidade política de contemplar um partido ou de satisfazer um político de prestígio. Em 1985, ao que parece, a comunidade científica não reivindicava um ministério, mas sim apoio para o CNPq e mais recursos”.

<sup>40</sup> Tradução a partir do: “Summary of technical conversations between China Beijing Wan Yuan Industry Corporation and Brazil Aerospace Technical Center on satellite launch vehicles”, São José dos Campos, 2.5.1984.

O Instituto fez questão de reforçar na ata do encontro que a cooperação na área espacial deveria se processar entre órgãos governamentais, conforme estabelecido desde o início dos contatos no setor – e não como dava a entender a proposta da *China Beijing Wan Yuan Corporation*, feita em São José dos Campos, de colaborar com o CTA em bases comerciais.<sup>41</sup>

Outrossim, o INPE buscava enfatizar, em seus contatos, uma proposta de cooperação na área de engenharia de satélites de sensoriamento remoto, sinalizando para a possibilidade de transferência da experiência brasileira na operação de estações de recepção de dados de satélites de sensoriamento remoto e nas aplicações de tais dados, áreas em que o Brasil detinha vantagens comparativas. O INPE solicitou que a parte chinesa enviasse ao Brasil uma missão para explorar as possibilidades de cooperação e confirmou a sua disposição em receber quatro técnicos da China, dois na área de processamento de imagens e dois na área de estação-segmento de solo, conforme pedido formulado pelos chineses em dezembro de 1984. Após o término da reunião da Comissão Mista, a delegação chinesa visitou a EMBRAER e o CTA.

Em abril de 1986, a cooperação entre os países foi favorecida com a visita do Ministro da Ciência e Tecnologia, Renato Archer, à China (Monserrat Filho, 2005). Por diversas vezes, durante a visita, o ministro ressaltou a importância política da cooperação espacial, atribuindo ao INPE a manutenção dos contatos comerciais. Aproveitando a estada em território chinês, o ministro esteve, em Xangai, na principal fábrica chinesa de veículos lançadores de satélites e instrumentos espaciais de precisão.

A visita às fábricas chinesas foi o bastante para que surgissem especulações sobre um possível acordo específico para lançamento de um satélite brasileiro pela China, chegando-se a mencionar até o custo supostamente acertado de US\$ 6 milhões (Jornal Vale Paraibano, 28/04/1986).

Em meio a informações não confirmadas, a cooperação na área de satélites não sofria restrições. Naquele momento, o INPE, por falta de uma maior capacitação tecnológica, não conseguiu avançar significativamente no desenvolvimento do projeto do Satélite de

---

<sup>41</sup>C. f. Ata da II Reunião da COMISTA, Anexo V.

Sensoriamento Remoto (SSR) previsto pela MECB. A CAST encontrava-se na fase A – concepção de projeto – de seu satélite de sensoriamento remoto, chamado “*Zi Yuan-1*” ou ZY-1 (“Recursos Terrestres-1”), e tinha definido grande parte das especificações do artefato, como peso, tamanho e outras características básicas. As vantagens relativas do INPE em certas tecnologias e o grande interesse político demonstrado dos dois países na colaboração bilateral começaram a levar a China a considerar viável que os dois interessados colaborassem no desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto.

Após os primeiros contatos, elaborou-se uma agenda de pesquisa onde ficaram definidos como objetivos do programa CBERS o desenvolvimento, lançamento e a exploração de dois satélites de sensoriamento remoto. Entre as propostas de cooperação, os delegados do INPE, participantes do primeiro grupo de trabalho, destacam os seguintes itens:

- “Disposição do lado chinês de ajudar a qualificar o projeto do sistema de controle térmico do satélite de coleta de dados da MECB, tanto em termos de materiais e testes como de consultoria;
- Troca de informações, procedimentos e possibilidades de cada lado utilizar as facilidades do outro, na área de integração e testes;
- Disposição do INPE de auxiliar o lado chinês, tanto no nível de *software* como de *hardware* na área de sensoriamento remoto;
- Troca de pessoal e informações na área de estações de rastreamento, telemetria e controle (TTC) para familiarização com a situação de cada lado;
- Disposição do INPE de proporcionar condições de análise de *software* existente na área de acompanhamento, análise e controle de missões, para avaliação de interesse em sua utilização pelo lado chinês;
- Possibilidade de o lado chinês oferecer consultoria para o desenvolvimento do motor a hidrazina para o satélite de sensoriamento remoto da MECB;
- Possibilidade de o lado chinês fornecer componentes para construção de modelos de engenharia de sistemas de controle de *atitude*.”<sup>42</sup>

---

<sup>42</sup> Extraído do Jornal: “O Espacial”.INPE n.º 68 Mar/Abr. 1988.

Segundo Marco Antonio Raupp, então diretor do INPE, o Brasil e a China possuíam interesses comuns sobre sensoriamento remoto por satélites, o que apontava favoravelmente para o início da cooperação nesta área (Entrevista com Marco Raupp, 2004).

Em fevereiro de 1987, o diretor do INPE voltou a Pequim, à frente da delegação técnica, para dar prosseguimento aos contatos iniciados durante a visita do Ministro Renato Archer<sup>43</sup>. Na oportunidade, foi assinado, com a CAST, um Memorando de Entendimento cobrindo diversos itens. Na área de tecnologia de satélites, contemplou-se a transferência de tecnologia chinesa nos setores de propulsão, componentes para sistemas de controle de atitude e órbita e componentes para sistemas inerciais e estrutura mecânica.

Cogitou-se, pela primeira vez, segundo relato do seu então diretor, a participação do INPE no desenvolvimento do satélite chinês de sensoriamento remoto *Zi Yuan-1*, por meio da inclusão de equipamentos brasileiros a bordo.

Na área de meios e métodos para testes de satélites, a CAST ofereceu cooperação no desenvolvimento de simuladores solares, câmaras acústicas e laboratórios para medidas de características termo-ópticas; o INPE ofereceu meios para testes de interferência e compatibilidade eletromagnéticas – EMI/EMC (Entrevista Leonel Perondi: 2003).

Quanto às estações para recepção e processamento de imagens de satélites, área na qual o Brasil detinha uma *expertise* maior e, por isso, uma das áreas de maior interesse dos chineses em cooperar, a CAST e o INPE manifestaram-se favoravelmente ao desenvolvimento em conjunto de estações para o satélite chinês de sensoriamento remoto a serem instaladas no Brasil e na China.

A estação deveria preferencialmente seguir o rumo do desenvolvimento de sistemas para análise digital das imagens a serem obtidas pelo satélite chinês (Entrevista Marco Raupp, 2004).

---

<sup>43</sup> A equipe incluía o Engenheiro Marcio Nogueira Barbosa, então Diretor de Sensoriamento Remoto do INPE, que, posteriormente, em janeiro de 1989, viria a ser alçado à condição de Diretor-Geral do Instituto; incluía, igualmente, César Celeste Ghizoni que viria a ser o primeiro Gerente do Programa CBERS pela parte brasileira e Carlos Santana, gerente do programa entre 1996-2001.

Na área de aplicações e distribuição de dados de sensoriamento remoto, o INPE propôs cooperar com a CAST e outras instituições da China no desenvolvimento de metodologias de avaliação de recursos naturais baseadas em dados de satélites, assim como levantou a possibilidade de distribuição para outros países da América do Sul dos dados do satélite chinês a serem recebidos pelo Brasil<sup>44</sup>. Por fim, decidiu-se que uma delegação de especialistas chineses viria ao Brasil para acertar os aspectos técnicos da cooperação.

Percebe-se que a cooperação caminhava para uma convergência de esforços, porém estes concentravam-se no desenvolvimento e construção de satélites de sensoriamento remoto, onde se contemplava apenas a participação do INPE, no desenvolvimento do satélite de sensoriamento remoto da China, e da CAST, no suporte técnico SSR da MECB. Entretanto, o desenvolvimento mais avançado do satélite chinês apontou o caminho onde os dois parceiros decidiram unir forças.

Nesta direção, o vice-diretor-geral do Departamento Internacional do MOA, Yu Fusheng, esclareceu que, devido aos elevados custos de produção e lançamento de satélites, e, uma vez que a China alcançara progresso científico-tecnológico considerável no setor, seu Ministério tinha intenção de estabelecer, com o Brasil, um sistema de produção, lançamento e uso conjunto de satélites, responsabilizando-se cada parte por **cinquenta por cento dos custos** [grifo nosso].<sup>45</sup>

Identifica-se que a China, desde o início, colocou o Brasil numa relação de paridade na cooperação, apesar de o país ter entrado no projeto quando este já havia se iniciado. No entanto, a relação de paridade é apenas nos custos, como grifado no parágrafo anterior. Em outras palavras, era uma forma velada de o governo chinês propor o financiamento do CBERS sem, contudo, estabelecer um benefício tecnológico na ação.

Ademais, continuou o vice-diretor, nos primeiros cinco a sete anos após a assinatura dos Acordos ou Memorandos e do início efetivo da cooperação, os satélites seriam lançados pela

---

<sup>44</sup> As metodologias propostas foram desenvolvidas no próprio INPE, por meio de contínua melhoria dos usos nas imagens do satélite *Landsat*, e por meio dos esforços do segmento de pós-graduação em Observação da Terra no Instituto.

<sup>45</sup> C.f. China Daily, 7/08/1986.

China, passando o lançamento a ter lugar no Brasil no momento em que tivessem sido criadas as **condições necessárias**. Finalmente, a utilização dos satélites dependeria da posição destes: quando em órbita sobre a China, o país beneficiar-se-ia das imagens enviadas, o mesmo raciocínio valendo para o Brasil. Ficou assim esboçado, em novembro de 1987, o embrião do CBERS. Postas as colocações básicas, fazia-se necessária a discussão do detalhamento da Missão (Entrevista Jânio Kono, 2003; Entrevista Raimundo Coelho, 2003).

As discussões entre INPE e CAST chegaram a bom termo com a assinatura, em 4 de março de 1988, do Relatório de Trabalho para o Desenvolvimento do Satélite de Sensoriamento Remoto Sino-Brasileiro, a ser chamado de CBERS, cabendo à China 70% e ao Brasil 30% dos custos envolvidos, e não 50% como desejavam os chineses. A redução da participação brasileira, segundo a avaliação dos representantes do INPE, bem como as metas e objetivos defendidos pela delegação durante as negociações foram plenamente atendidos e considerados satisfatórios (Entrevista Raimundo Coelho, 2004).

Dentre as principais reivindicações da parte brasileira aceitas pela CAST, destacou-se a de que a participação de 30% no investimento do projeto conjunto correspondesse à responsabilidade efetiva do Brasil sobre 30% de sua execução e não exclusivamente aos custos envolvidos.

A definição deste ponto é importante porque os custos se referem aos desembolsos financeiros e, da forma como ficou estabelecida na discussão, fica claro um entendimento mais voltado à questão tecnológica do que à financeira. Após debates técnicos, chegou-se à repartição de tarefas, em que diversos subsistemas foram colocados sob responsabilidade do INPE, totalizando aproximadamente a percentagem de investimento brasileiro no projeto. Isto não impediria a subcontratação, por um dos parceiros, de alguns insumos para os subsistemas colocados sob a sua responsabilidade, e permitiria que o projeto acarretasse um mínimo de transferência de divisas do Brasil para a China (Santana e Coelho, 1999).

A idéia dos gestores do programa no INPE era que o Brasil desenvolvesse mais tecnologias, se possível, em conjunto com a China, e não se limitasse a ser meramente comprador e/ou usuário das tecnologias, para de certa forma não perder a oportunidade do aprendizado<sup>46</sup>.

Com a visita do presidente Sarney confirmada no mês de julho de 1988 à China, criou-se uma agenda com vários temas e, segundo o próprio presidente ressaltou na véspera de sua viagem à imprensa, a parceria com a China seria uma forma de romper o bloqueio tecnológico que as nações mais desenvolvidas impunham às nações em desenvolvimento<sup>47</sup>.

Reforçando a afirmação do presidente Sarney, Amorim (1994) e Monserrat Filho (1997) apontam a cooperação Brasil-China como um dos modelos de maior êxito no que se refere ao relacionamento na área tecnológica entre os países do sul.

Finalmente, no dia 6 de julho de 1988, o chanceler Abreu Sodré, como membro da comitiva do Presidente Sarney, assinou, juntamente com Qian Qichen, o Protocolo sobre Pesquisa e Produção Conjunta do Satélite Sino-Brasileiro de Sensoriamento Remoto, baseado na Troca de Notas sobre o assunto. O Ato continha dois entendimentos:

- 1) Estava doravante aprovado o Relatório de Trabalho assinado em 4 de março do mesmo ano;
- 2) Designava-se o INPE e a CAST como entidades encarregadas de firmar os atos necessários para a execução do projeto.

Posteriormente, o diretor do INPE, Marco Antonio Raupp, e o Presidente da CAST, Min Guirong, assinaram em Pequim, aos 22 dias de agosto de 1988, o “Acordo de Cooperação sobre o Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres entre a Academia de Tecnologia Espacial da China e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais do Brasil”. Este último acordo era o mais detalhado de todos os documentos até então formalizados para que fossem contempladas as

---

<sup>46</sup> Porém, o período pós-assinatura do acordo foi marcado por longas e difíceis negociações, em parte, acarretadas pelos problemas, enfrentados nos últimos meses do governo Sarney e durante todo o Governo Collor, relacionados à falta de recursos e pela diminuição do papel estratégico que a área de C&T e, mais precisamente, à cooperação espacial incorporou, com o rebaixamento do Ministério à Secretaria de Ciência e Tecnologia.

<sup>47</sup> C.f. FSP 01/07/1988 p.17

linhas mestras do programa. Neste documento também ficou estabelecido que o custo total do programa seria de US\$ 150 milhões, incluídos dois lançamentos por foguetes “Longa Marcha”, a partir da Base de Taiyuan – China.

Os oito apêndices do Acordo de Cooperação explicitavam os elementos necessários ao desenvolvimento dos satélites:

- apêndice 1: Requisitos técnicos do CBERS;
- apêndice 2: Plano de desenvolvimento do CBERS;
- apêndice 3: Organização;
- apêndice 4: Rastreamento, Telemetria e Comando (TT&C) e Gerenciamento Operacional;
- apêndice 5: Divisão do Trabalho;
- apêndice 6: Participação Financeira;
- apêndice 7: Regulamentos para Intercâmbio de Pessoal; e
- apêndice 8: Garantia do Produto.

Após a leitura do documento, constatou-se que os serviços de lançamento não estavam contemplados nesta rodada de negociações (Entrevista Marco Raupp, 2004). Posteriormente ficou indicado que os serviços de lançamento seriam objeto de negociações à parte e numa etapa posterior, tendo em vista que ali não se processava uma ação entre Estados, e sim entre uma empresa e países, devendo ser definida após a redação de uma minuta de contrato comercial (Idem, 2004).

Ademais, estes contratos deveriam ser feitos diretamente por Brasil e China, junto à empresa autorizada no acordo pelo governo chinês, a *China Great Wall Industry Corporation*, para tratar do assunto com países estrangeiros. Como forma de manutenção da coerência na cooperação, manteve-se a proporção de 70% para a China e 30% para o Brasil, de um custo total de 50 milhões de dólares, correspondentes à contratação do pacote que incluía os dois foguetes e serviços de lançamento chineses para os dois primeiros satélites do programa, o primeiro dos quais deveria ser lançado no ano de 1992.

O Brasil teria sob sua responsabilidade a construção do computador de bordo para o controle do satélite e o fornecimento dos subsistemas “estrutura mecânica”, “suprimento de energia elétrica” e “coleta de dados”. A estes, veio a se adicionar, posteriormente, a câmera grande angular (*Wide Field Imager* ou WFI). Os equipamentos sob a responsabilidade do Brasil serão objetos de análise nas seções seguintes.

### **3.3 A Organização do Programa (1988-1989)**

Uma vez finalizada a parte referente à assinatura do acordo de cooperação, a etapa seguinte passaria ao âmbito das instituições envolvidas: do lado brasileiro, o INPE e, do lado chinês, a CAST, para que fossem iniciados os aspectos normativos para o desenvolvimento do satélite. Segundo Furtado & Costa Filho (2001:18), “este primeiro biênio de atividades foi marcado pela definição de metas, das condições do contrato de cooperação com a China(...) [bem como] das etapas do programa”.

Segundo Santana (2002) *apud* Cunha (2004: 50), “Os técnicos chineses definiram as fases de concepção e configuração do satélite que foram discutidas com os técnicos brasileiros. Em princípio não houve dificuldades técnicas para a construção da configuração apresentada na proposta de satélite de sensoriamento remoto”.

Neste momento, emergia uma nova fase das relações diplomáticas entre os dois países, saindo do contexto político e comercial para uma interação estritamente técnica (Tapia, 1995). No contexto político da cooperação, o projeto em si detinha uma importância bem maior para impulsionar as relações sino-brasileiras em C&T, o que compensaria totalmente o custo do projeto, aparentemente bem acessível à realidade brasileira. É necessário ressaltar que o CBERS custaria ao Brasil apenas 50 milhões de dólares, dos quais 15 milhões só seriam desembolsados alguns anos mais tarde, no momento da assinatura do contrato de lançamento, e seriam utilizados na compra de produtos brasileiros; a maior parte dos 35 milhões de dólares restantes seriam

gastos no próprio país, em moeda nacional, para benefício de empresas brasileiras<sup>48</sup> (Idem, 1995).

Vale ressaltar que a forma pela qual foi configurada a cooperação, bem como a implementação de um cronograma de desembolso dos recursos financeiros atende às características de uma cooperação tecnológica do tipo sul-sul, onde o fator fundamental para o seu sucesso é a implantação de uma estratégia que favoreça o co-desenvolvimento tecnológico.

Neste contexto, é criado um ambiente propício para que sejam reduzidos os custos dos parceiros e abre a possibilidade de acesso a tecnologias críticas, por meio da troca de conhecimento entre os atores e da superação de entraves tecnológicos conjuntamente.

Além do mais, o projeto sino-brasileiro daria ao país, em cinco anos, a condição privilegiada de co-autor e co-proprietário de satélite de tecnologia sofisticada, possivelmente antes de a MECB proceder a seu primeiro lançamento. Existia também o argumento de que o programa poderia significar uma economia anual da ordem de cerca de US\$ 1,5 milhões, pelo uso das imagens dos satélites *Landsat* e *Spot*<sup>49</sup>.

Entretanto, apesar do compromisso presidencial com a área de ciência e tecnologia, o último ano do governo Sarney foi marcado pela ruptura com a ala comandada pelo Deputado Ulysses Guimarães poucos meses após a promulgação da Constituição, que o garantiu mais um ano de governo. Muitos dos ministros ligados ao deputado saíram do governo e houve uma mudança na pasta da ciência e tecnologia. O então ministro Renato Archer foi deslocado para a Previdência e o Ministério tornou-se Secretaria e depois foi incorporado pelo Ministério da Indústria e Comércio. O novo órgão ganhou o nome de Ministério do Desenvolvimento Industrial, Ciência e Tecnologia (MDICT), sob a chefia do Deputado Roberto Cardoso Alves.

O INPE, vinculado ao MCT desde 1985, passou, conseqüentemente, a estar na órbita do novo Ministério. Este desapareceria, contudo, em menos de dois meses, rejeitado pelo Congresso

---

<sup>48</sup> Os custos eram até bem inferiores aos desembolsos realizados pelo INPE no programa da MECB.

<sup>49</sup> Segundo declarações do Ministro Ronaldo Sardenberg ao Jornal do Brasil em 28/10/1999.

Nacional, quando então a área científica e tecnológica voltou a ser independente, sob a égide da nova Secretaria de Ciência e Tecnologia, vinculada à Presidência da República. O curto tempo de vida do MDICT e a grande indefinição dos rumos da política de C&T no Brasil representaram um período de grande turbulência para o CBERS.

Um dos impactos desta nova conjuntura foi o súbito corte de verbas sofrido pelo INPE em 1989. Ao mesmo tempo, o Brasil iniciava também esforços para incluir no acordo original as atividades de montagem, integração e testes (“*Assembly, Integration and Tests*”, ou AIT) do CBERS-2 ou FM-2 (*Flight model 2*) para que estas fossem realizadas no Brasil, no Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE, que estava recebendo os equipamentos necessários para este fim. Um segundo ponto, também de grande importância para o aprendizado do INPE, se referia ao controle proporcional das atividades de rastreamento, telemetria e comando (*Tracking, telemetry and command*, ou TT&C).

Se a primeira dessas reivindicações constituía iniciativa, em grande medida inesperada, por não haver sido contemplada nas negociações que levaram à assinatura do Acordo, a segunda se enquadrava no apêndice quatro do acordo. Entretanto, o programa de cooperação com os chineses tinha um claro viés de engenharia, que contemplava apenas o segmento espacial da Missão.

O segmento dos usuários, que neste caso era representado pela divisão de Observação da Terra (OBT), cujo diretor era Márcio Barbosa, “não estava contemplado” na cooperação, conforme apontado nos termos da cooperação internacional assinada no ano anterior. As razões oficiais, para tanto são que o satélite já estava configurado, portanto não haveria mais como adequar os sensores para um melhor uso por parte da comunidade científica brasileira. Extra-oficialmente, existia uma “queda de braço” dentro do Instituto para que o grupo do então diretor, Marco Raupp, não galgasse êxito no programa, e para que a opção pelas imagens *Landsat*, para o monitoramento da Amazônia, por exemplo, permanecesse intocável<sup>50</sup>.

---

<sup>50</sup> Embora existisse uma vontade de substituir as imagens *Landsat* pelo CBERS, esta se mostrou inviável devido as suas dificuldades técnicas. Entretanto, em 2003, com a saída de operação do *Landsat 7*, e a dúvida sobre até quando o *Landsat 5*, lançado em 1984, estaria operacional elevaram o CBERS a um patamar de potencial substituto do *Landsat* em algumas aplicações.

Poucos meses se passaram, desde a assinatura do Acordo CBERS, em julho de 1988, até que o Brasil começasse a dar mostras de incapacidade de cumprimento dos compromissos acordados. Os cortes de verbas que afetaram o INPE, fruto do resultado de pressões militares, antes da difícil conjuntura econômica do país no período, impediram o Instituto de proceder à licitação dos componentes que seriam fabricados no Brasil. Com isso, todo o cronograma do projeto foi afetado. A parte chinesa também enfrentaria problemas de execução de suas tarefas, nesse momento, em decorrência de uma complicada situação política vivida no país, o que suscitou manifestações, inclusive violentas, como a da praça da Paz Celestial<sup>51</sup>.

Paralelamente, o desenvolvimento do primeiro satélite de coleta de dados, previsto pela MECB, o SCD-1, de responsabilidade do INPE, estava em estágio adiantado. Tudo indicava que ele estaria pronto em pouco tempo. O diretor do INPE assinalou que achava prudente, em um programa tão longo como a MECB, que houvesse “sucessos parciais”, segundo sua própria classificação, ou seja, existiriam outras oportunidades de lançamento para o VLS-1, ao passo que o sucesso do SCD-1 daria uma credibilidade maior ao programa como um todo (Entrevista Marco Raupp: 2003).

Quando o satélite brasileiro SCD-1 ficou pronto, a situação do VLS-1 não estava definida. Foi proposto um atraso artificial das etapas finais do programa, aguardando uma definição sobre o lançador. Por fim, acabou decidindo-se que não haveria alternativa a não ser o lançamento por um foguete estrangeiro, criando, na visão dos militares, uma situação de conflito de interesses. O diretor do Instituto se opunha à idéia de atrasar o satélite até que o lançador fosse concluído, pois haveria uma perda de vida útil dos componentes, além do prejuízo à comunidade de usuários.

Na época, as camadas militares ainda desfrutavam de uma fatia considerável de influência na vida nacional, sobretudo em áreas consideradas estratégicas e de segurança nacional. No âmbito espacial, a COBAE continuava presidida pelo ministro-chefe do Estado-Maior das Forças Armadas, Brigadeiro Paulo R. Camarinha. Segundo o noticiário da época, o representante da

---

<sup>51</sup> O CBERS entraria em quase total hibernação, só voltando a recuperar o ritmo normal em fins de 1992, como será apresentado nas seções seguintes a este capítulo.

Aeronáutica junto à COBAE iniciou ações em prol do bloqueio da assinatura do programa CBERS<sup>52</sup>, já que o segmento militar não estaria contemplado no projeto.

O avanço das negociações do programa CBERS e a insistência em lançar o SCD-1 por um lançador estrangeiro colocaram o diretor-geral do INPE em choque com a cúpula militar. O fato de este realizar uma viagem aos Estados Unidos, durante a qual manteve contatos preliminares com representantes de empresas que comerciavam serviços de lançamento, repercutiu mal na COBAE, que insistia no uso de um lançador brasileiro. Discutiu-se abertamente a possibilidade de que o INPE passasse a ser controlado pela Aeronáutica<sup>53</sup>, o que não seria de todo implausível, haja vista a primazia que o Estado Maior das Forças Armadas (EMFA) exercia sobre o setor espacial, mesmo após o fim do regime militar brasileiro, e os estreitos vínculos pessoais de vários dirigentes do Instituto com os militares. Existia também toda uma situação mal resolvida sobre a exclusão da cúpula da COBAE do processo decisório que culminou na assinatura do acordo do CBERS no ano anterior (Entrevista Emb. Campelo, 2003). O então diretor do INPE, Marco Raupp era visto como homem de confiança do ex-ministro Renato Archer, e a dificuldade em derrubá-lo decorria da força que Archer e uma ala do PMDB, seu partido na época, possuíam no governo.

No auge da crise, o então Ministro Cardoso Alves declarou que se houvesse “razões irretorquíveis para o interesse público, o INPE poderia ser transferido para o Ministério da Aeronáutica”<sup>54</sup>. O fato é que em 23 de janeiro de 1989, Marco Antonio Raupp foi exonerado da direção-geral do INPE pelo ministro e substituído por Marcio Nogueira Barbosa, o que Cardoso Alves chamou de “rodízio salutar”.

Os chineses, por sua vez, acompanhavam todas essas turbulências com grande inquietação. Isso se passava às vésperas da vinda para o Brasil de mais de quarenta técnicos chineses, no âmbito do projeto bilateral sobre satélites. A imprensa divulgava que os novos cortes orçamentários do INPE, no valor de 74 bilhões de Cruzados Novos, se confirmados, levariam à

---

<sup>52</sup> Folha de São Paulo, 29/01/1989.

<sup>53</sup> VEJA, 8.2.1989, Montenegro (1998), Costa Filho (2002).

<sup>54</sup> Jornal do Brasil, 25/01/1989.

suspensão pura e simples do programa CBERS.<sup>55</sup> As notícias pareciam efetivamente indicar que o projeto sino-brasileiro estava ameaçado. E, além de tudo, o Brasil não vinha cumprindo o cronograma acordado em agosto de 1988, firmado na primeira reunião técnica entre INPE e CAST, logo após a assinatura do acordo entre Brasil e China. Parecia, pois, plenamente justificada a inquietação da CAST.

Ao mesmo tempo, não interessava à China que o programa CBERS pudesse, de alguma forma, ser associado à utilização militar, pois havia sido muito difícil para eles todo o processo de separação do programa de cooperação na área espacial da esfera militar que, até o ano de 1986, o CTA insistia em buscar.

A demissão de Marco Antonio Raupp, o corte de verbas do INPE e o noticiário procedente do Brasil só puderam repercutir negativamente sobre o programa CBERS. Além disso, sem qualquer explicação, o então diretor Márcio Barbosa não demonstrava muito ânimo com a cooperação, preferindo a manutenção e ampliação de acordos com os EUA, que estavam na vanguarda tecnológica dos satélites de sensoriamento remoto, já que na época em que era diretor da OBT, o Brasil assinara um Memorando de Entendimento para a recepção direta e distribuição de dados *Landsat*<sup>56</sup>. O programa no âmbito do INPE começou rapidamente a perder fôlego. Entretanto, os contatos técnicos prosseguiram, com a continuação do intercâmbio de equipes nos dois sentidos, embora lento. Tapia (1995:251) afirma que neste momento “foram criadas as equipes de trabalho responsáveis pela formulação do conteúdo do acordo de cooperação, estabelecidos os objetivos, decidida a estrutura organizacional e definido o plano de desenvolvimento dos dois satélites de sensoriamento remoto previstos”.

O INPE também buscou os principais pontos de interesse ainda pendentes de negociação, isto é, que o segundo satélite pudesse ser montado, integrado e testado no Laboratório de

---

<sup>55</sup> Folha de São Paulo, 7/01/1989.

<sup>56</sup> Segundo publicação da DAI/MRE, o Memorando de Entendimento relativo ao Sistema *Landsat* foi celebrado em Brasília, em 8/05/1984, entre o Brasil e os Estados Unidos. Pelo lado brasileiro ficou designado como responsável o INPE e pelo lado norte-americano, a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) do Departamento de Comércio dos Estados Unidos.

Integração e Testes (LIT) e que o Brasil controlasse proporcionalmente o segmento de TT&C do satélite, após o seu lançamento<sup>57</sup>.

Os chineses, contudo, iniciaram esforços no sentido de vincular a cooperação à venda, ao Brasil, de caças a jato F-7M, aviões para transporte de pára-quedistas Yun-14 e mísseis HN-5, assim como a venda e co-produção de mísseis PL-7. O vice-ministro Sun Jiadong ainda voltaria ao Brasil, em abril de 1989, para manter contatos com a COBAE, o INPE, o CTA, a Embraer e a Avibrás.

Ainda em 1989, a Elebra, concorrente da Avibrás na área de componentes e sistemas de defesa, solicitou o apoio institucional da Embaixada do Brasil em Pequim no sentido de conseguir uma associação com a *China Great Wall Industry Corporation (CGWIC)*, com vistas à apresentação de proposta para o lançamento dos satélites de segunda geração no Brasil, e declarou que a Avibrás estaria em situação pré-falimentar<sup>58</sup>.

Ocorreriam, nessa mesma época, alguns contatos entre as áreas militares brasileira e chinesa, que incluíram a apresentação formal pelo Brasil, em 1989, de proposta de Protocolo sobre Cooperação Industrial-Militar. A colaboração, contudo, não se concretizou. Da mesma forma, não prosperou qualquer tentativa de estabelecimento de empresa conjunta de comercialização de serviços de lançamento. O CBERS, no entanto, apesar da inadimplência do INPE, das mudanças ocorridas na área espacial brasileira e das dificuldades surgidas na esteira das novas postulações apresentadas pelo Brasil, continuou a avançar, como se mostrará na seção subsequente.

---

<sup>57</sup> De fato, o período de quase paralisação do projeto foi aproveitado pelos negociadores brasileiros para fazer avançar a busca por maior ganho tecnológico a partir de um envolvimento maior do instituto e das indústrias nacionais.

<sup>58</sup> Sabia-se, efetivamente, que a Avibrás estava com problemas de caixa decorrentes do atraso no pagamento pelo Iraque de lançadores de foguetes militares do tipo Astros-2, que vinham sendo vendidos com êxito pela empresa no mercado internacional de armamentos (Dagnino (1989)). Finalmente, em 5/01/1990, a Secretaria de Estado informou à Embaixada em Pequim que a Avibrás requerera concordata preventiva às autoridades judiciais brasileiras competentes, atribuindo-a “à inadimplência prolongada de cliente”. A INSCOM desapareceu em consequência do ocorrido.

### 3.4 A Estagnação do Programa (1990-1992)

Em 1990, com Fernando Collor na Presidência da República, o setor espacial brasileiro desvalorizou-se significativamente, a julgar pelos poucos recursos que lhe foram canalizados<sup>59</sup>. Como conseqüência, o Programa CBERS entrou num período de diminuição brutal de seus recursos. Mais grave ainda, e digno de menção, foi a extinção do ministério da Ciência e Tecnologia e a criação, em seu lugar, da Secretaria da Ciência e Tecnologia<sup>60</sup>.

O reflexo das transformações políticas na área de C&T no INPE foi muito grave, sobretudo na questão da execução financeira e na visibilidade política e estratégica que o projeto possuía. O problema foi se agravando ao longo dos três anos seguintes.

Apesar das dificuldades apontadas, devido aos esforços pretéritos no desenvolvimento tecnológico do subprograma de satélites da MECB, o INPE já concluíra o primeiro satélite brasileiro que estava apto a ser lançado. A discussão girava em torno de quanto tempo mais se esperaria, seja pela conclusão do veículo VLS-1, seja pela contratação de um lançador no exterior. A MECB não foi abandonada, entretanto, e o primeiro da série de secretários de Ciência e Tecnologia do Governo Collor, José Goldemberg, anunciou, após sua primeira visita oficial ao INPE, em 27 de abril de 1990, que o VLS estaria concluído “entre 93 e 95” e que o SCD-1 estaria pronto “entre junho e julho de 1991”. Acrescentou que o satélite era “apenas uma carga” que poderia “ser colocada em órbita por qualquer lançador”<sup>61</sup>. Começava, então, a ter fim o grande embate em torno do lançamento do primeiro satélite brasileiro.

A conclusão do primeiro satélite brasileiro (SCD-1) foi positiva para os rumos do CBERS por várias razões e beneficiou o projeto conjunto nos seguintes aspectos:

---

<sup>59</sup> Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia 1990-1996 – MCT/CNPq, 1997, página 84.

<sup>60</sup> Desde o fim do governo Sarney, o Ministério da Ciência e Tecnologia foi substituído por medida provisória pelo Ministério do Desenvolvimento Industrial, Ciência e Tecnologia, que foi rejeitado pelo congresso. No início do Governo Collor, o MCT foi rebaixado à condição de Secretaria, transformada em Ministério novamente em novembro de 1992, já no governo provisório do Presidente Itamar Franco.

<sup>61</sup> Folha de São Paulo, 28/04/1990.

- As equipes de engenharia do INPE poderiam se dedicar quase que exclusivamente ao programa com os chineses;
- O INPE testaria seus requisitos de qualidade e garantia do produto, fundamentais para o bom desenvolvimento do programa CBERS, além do que praticamente todas as etapas, desde o projeto de construção do satélite, seriam desenvolvidas internamente;
- O LIT encontrava-se qualificado para integração e testes de componentes do programa espacial brasileiro;
- A parte referente ao segmento solo também fora concluída em 1992, estando o Brasil capacitado a controlar um satélite de pequeno porte.

Os limitados recursos e a falta de uma perspectiva de continuidade do programa espacial brasileiro, no tocante à MECB, colocariam o Programa CBERS como o projeto de maior envergadura tecnológica do Instituto. Ressalte-se que, além do problema financeiro, o governo propôs uma profunda mudança nos centros públicos de pesquisa no que se refere ao plano de carreira dos seus profissionais. Muitos engenheiros e técnicos do Instituto que participaram dos treinamentos na década de setenta com os franceses do CNES esperaram a conclusão do primeiro satélite e, sem uma perspectiva no Instituto, foram se aposentando, ingressando na iniciativa privada, ou simplesmente se desligando do INPE<sup>62</sup>.

Segundo Furtado e Costa Filho (2001), de uma forma pouco racional, esse movimento significou, por um lado, a transferência de grande parte da capacitação adquirida com a MECB do INPE para os fornecedores, na medida em que vários funcionários haviam aberto empresas e cooperavam nos projetos do Instituto. Entretanto, por outro lado, esse deslocamento foi fundamental para propiciar aos fornecedores nacionais o atendimento das demandas do INPE no programa CBERS.

---

<sup>62</sup> C.f consulta feita à Associação Aeroespacial Brasileira (AAB), entidade que contempla a maior parte das empresas nacionais no setor, corroborada em pesquisa de avaliação dos fornecedores nacionais do CBERS. Para maiores detalhes, vide Furtado & Costa Filho (2001).

Este foi o momento no qual o INPE deixou de lado o papel de “Instituto de Engenharia e Fabricação” e passou a se ater ao projeto e à especificação dos sistemas e subsistemas do CBERS sob sua responsabilidade. Esta etapa de fabricação foi muito importante no SCD-1, porém, apesar de ter dado certo para este tipo de satélite, esse modelo não se sustentaria no caso do CBERS.

As atividades realizadas no LIT foram atingidas em menor proporção que as demais áreas da ETE, no período de estagnação do programa CBERS. O Laboratório, inaugurado no final de 1987, estava envolvido nos testes do SCD-1 durante o período. Segundo o diretor do LIT, após a assinatura de acordo, era certa a participação do LIT na segunda geração de satélites BRASILSAT, de propriedade da então estatal Embratel, além da integração dos satélites argentinos da série SAC (Entrevista Clovis Solano, 2003). Como forma de aumento do seu *portfólio* de serviços, o LIT também se aproximou da iniciativa privada, oferecendo serviços a empresas de áreas distintas da aeroespacial, como no caso do contrato do Laboratório para a realização de diversos testes de compatibilidade de sistemas e interferência eletromagnética<sup>63</sup>

Podemos considerar que o principal problema do programa espacial, naquele momento, era a indefinição acerca do lançador para o SCD-1 (Costa Filho, 2002). Os principais países detentores da tecnologia de lançamentos foram convidados a participar da concorrência internacional. Na China, os documentos sobre a licitação foram remetidos à *China Great Wall Industry Corporation* (CGWIC) e à *China Precision Machinery*,<sup>64</sup> embora só a primeira estivesse apta a fornecer serviços de lançamento para satélites estrangeiros. As cartas circulares, assinadas pelo vice-diretor do Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento do Ministério da Aeronáutica do Brasil, esclareciam que o lançamento dar-se-ia “preferencialmente a partir da Base de Alcântara”. A CGWIC manifestou interesse em prestar o serviço, para o qual previu duas opções:

---

<sup>63</sup> Destacam-se os testes para o setor automobilístico e para o setor bancário. No primeiro caso, o aumento da quantidade de componentes eletrônicos, tais como injeção eletrônica, computador de bordo e travas elétricas, poderia comprometer causar interferências ou até mesmo incompatibilidade entre si. No segundo caso, com a difusão do uso dos caixas eletrônicos no Brasil, estes começam a ser visados como instrumento de fraudes eletrônicas, assim era necessário testar as possibilidades de interferências externas mudar as configurações dos *softwares* utilizados nos caixas.

<sup>64</sup> Segundo informações do CRI/INPE que trata das parcerias internacionais do INPE.

o lançamento por meio do foguete Longa Marcha-4 ou LM-1, a partir de base chinesa. Apesar disso, a corporação chinesa não viria a ser escolhida, mais tarde, para efetuar o lançamento<sup>65</sup>.

Neste período de quase estagnação do programa, o INPE aproveitou para negociar modificações na cooperação. O Instituto usou o artifício de condicionar o avanço das negociações e do cumprimento dos prazos do contrato à resolução de pendências entre o *China Satellite Launch & Tracking Control General* (CLTC) e a CAST, no que se refere ao controle do satélite (Entrevista Pawel Rozenfeld, 2003).

Internamente, a China vivia uma situação de atrito entre as duas Instituições em razão de o CLTC não ter participado dos entendimentos que resultaram no acordo. O perfil militar da Instituição também impunha barreiras à negociação do controle do satélite por parte do INPE, embora este estivesse garantido com o acordo assinado em 1988.

Segundo os gerentes e engenheiros do INPE que participaram desta passagem do programa CBERS, este foi o principal argumento utilizado pela parte brasileira para tomar dois tipos de posicionamento. O primeiro deles foi garantir que o pagamento do Brasil fosse revertido em contratos para os fornecedores nacionais, incluindo, então, o pagamento dos serviços de lançamento do foguete Longa Marcha, cuja indefinição na assinatura do contrato já preocupava a CGWIC. O segundo posicionamento foi que, enquanto não houvesse a definição no que se refere ao controle do satélite, pelo menos em parte do tempo e compatível com a parcela da participação do Brasil na cooperação, ou seja, 30% do total da vida útil do satélite, as discussões em torno do programa estavam suspensas.

No aspecto relacionado aos serviços de lançamento, a parte comercial da cooperação, o lado brasileiro insistiu que tal contrato só deveria ser firmado após ser tomada a decisão sobre o

---

<sup>65</sup>Em 20 de agosto de 1992, foi assinado, na presença do Presidente Collor, contrato no valor de 14 milhões dólares entre a Secretaria de Ciência e Tecnologia da Presidência da República e a empresa norte-americana *Orbital Science Corporation*, para o lançamento do artefato por foguete *Pegasus* norte-americano, a partir de Cabo Canaveral. Os densos laços do Brasil com os EUA teriam influenciado na escolha, pouco favorável, ao aprofundamento da cooperação espacial sino-brasileira.

cronograma de lançamento do CBERS – o que só se definiu com a assinatura do Protocolo Suplementar de março de 1993, que previu o lançamento do CBERS-1 para outubro de 1996<sup>66</sup>.

A atitude tomada pelo Instituto foi uma “saída honrosa” com relação aos problemas enfrentados pela falta de recursos. Naquele momento, o INPE não havia adquirido os componentes necessários ao encaminhamento das etapas do programa sob responsabilidade do Brasil, tais como os circuitos de suprimento de energia. Os contratos industriais com a CAST, na modalidade de subcontratação, também não haviam sido pagos<sup>67</sup>. Entretanto, a situação da falta de recursos foi sendo contornada aos poucos.

### **3.5 A Retomada do Programa e a Conclusão do CBERS-1 (1993-1999)**

A mudança política ocorrida no Brasil com o *impeachment* do Presidente Fernando Collor decretou, também, o fim do descaso que a área de ciência e tecnologia vivera nos dois anos anteriores<sup>68</sup>. Embora as discussões acerca do lançamento do SCD-1 da MECB estivessem concluídas com o lançamento do satélite agendado para fevereiro de 1993, os rumos do Programa CBERS permaneceram bastante indefinidos. Entretanto, o novo governo sinalizava positivamente a continuidade da cooperação, sobretudo a partir do anúncio feito pelo Brasil de que iria assegurar recursos financeiros para o projeto.

Segundo Oliveira (2004:14), “em 1993, no governo Itamar Franco, a Ásia foi definida como uma das prioridades da diplomacia brasileira em função do seu potencial cooperativo nos campos científico e tecnológico bem como enquanto mercado para exportação e importação”.

Em outras palavras, o governo percebeu que o abandono da cooperação na área espacial com os chineses não seria lesiva apenas à cooperação em C&T sino-brasileira, mas também a

---

<sup>66</sup> C.F. leitura da versão em inglês do acordo fornecido pela Divisão de Atos Internacional /MRE.

<sup>67</sup> C.F. Informações da Gerência de Contratos do CBERS no INPE.

<sup>68</sup> No período que marcou o afastamento do presidente Collor com a sua renúncia, na qual o país era governado, interinamente, pelo então vice-Presidente Itamar Franco, foram identificadas mudanças significativas com a recriação do MCT.

outras áreas como, por exemplo, a comercial, tendo em vista que a confiança dos chineses no Brasil poderia ser abalada, e uma relação diplomática construída ao longo de vinte anos, reavaliada.

Com a retomada dos fluxos orçamentários, em parte motivada pela recriação do MCT e o melhor entendimento da cooperação como melhoria das relações sino-brasileiras, inicia-se uma nova fase do projeto.

Aproveitando este novo cenário, uma equipe técnica do INPE foi enviada a Pequim já no final de 1992 (Entrevista José Raimundo Coelho, 2003). A primeira conclusão das reuniões mantidas com a parte chinesa foi a de que o lançamento do CBERS-1 só poderia vir a ocorrer, na melhor das hipóteses, em 1996, ou, mais provavelmente, em 1997. A CAST adiantou, igualmente, que a fase de montagem, integração e testes (AIT) do segundo satélite poderia ser feita integralmente no Brasil, esclarecendo que o envio das partes do artefato, sob responsabilidade chinesa, far-se-ia em nível de equipamentos, e não a partir de módulos em adiantado estágio de montagem. Tampouco seria necessário aguardar o lançamento do CBERS-1 para proceder à transferência dos equipamentos para o Brasil<sup>69</sup>.

Nesta mesma oportunidade, foi também realizada uma reunião do grupo de sistemas e interfaces a fim de que o lado brasileiro tomasse conhecimento do que vinha sendo realizado sem o INPE e estabelecesse a viabilidade técnica e programática dos trabalhos conjuntos, com base em novo cronograma a ser mutuamente acordado<sup>70</sup>. Estas pendências deveriam ser resolvidas no *Joint Programme Committee* (JPC) seguinte, que ocorreria no Brasil em fevereiro de 1993, para definir o novo cronograma e os aspectos financeiros, bem como para produzir um texto de Ajuste Suplementar mutuamente aceitável, que posteriormente seria assinado pelo vice-ministro chinês no Brasil.

---

<sup>69</sup> Quanto a este aspecto, já em janeiro de 1993 a parte chinesa voltaria atrás e reiteraria ser imprescindível que os equipamentos do CBERS-2 ficassem na China até o lançamento do CBERS-1. De qualquer forma, integração e testes do CBERS-2 no INPE seriam feitos em termos amplos, não se tratando apenas da “remontagem”, cogitada anteriormente, de satélite já integrado e testado pela CAST.

<sup>70</sup> C.f Ata do JPC realizado no Brasil em 1993, onde o assunto foi retomado.

Os constantes atrasos no cumprimento das metas do acordo, em grande parte de responsabilidade do lado brasileiro, fizeram com que a posição de negociação com o lado chinês ficasse bastante fragilizada. Assim, os responsáveis pelas negociações do acordo no campo diplomático estavam receiosos de que não houvesse uma margem de manobra para a negociação dos pontos críticos relacionados à AIT do CBERS-2 e o TT&C. Entretanto, a constatação por parte do governo de que era importante o restabelecimento das negociações com a China na área espacial, sob pena de que esses percalços pudessem afetar as demais relações comerciais entre os países, já foi um grande avanço.

É digno de menção o papel do embaixador Roberto Abdenur na condução das negociações de melhoria da posição brasileira perante o programa. Este papel foi identificado por muitos dos entrevistados no INPE. O fato é que em um ambiente em que diminuiu-se os recursos do programa e que a imagem de credibilidade do Brasil fora arranhada, em função do não cumprimento das etapas do acordo, o papel do embaixador para reverter essa situação foi preponderante. Em todos os momentos de tensas negociações, o embaixador obteve importantes avanços nos pontos acordados.

Sendo assim, o posicionamento da parte chinesa também começou a se modificar. Um avanço para a cooperação foi a retomada das visitas de técnicos chineses ao Brasil entre o final das reuniões técnicas e o início do JPC, para proceder ao exame final das condições do INPE na execução da AIT do CBERS-2, para avaliar suas implicações financeiras e para a abertura, por parte da China, de discussões em instâncias competentes sobre os aspectos relacionados à TT&C<sup>71</sup>.

Ainda como resultado dessas negociações, o Brasil também estava disposto a efetuar pagamentos pelos gastos decorrentes da transferência das atividades de AIT do CBERS-2 para o LIT, em vez da postura defensiva até então adotada pelo INPE, que insistia que ao lado brasileiro caberia tão somente cuidar de evitar gastos adicionais aos chineses.

---

<sup>71</sup> Idem.

Em contraste com esse notável avanço em relação à AIT do CBERS-2, a posição chinesa em relação à TT&C não se modificava. A dificuldade maior residia no fato de que o CLTC e não a CAST seria o responsável pelo assunto do lado chinês<sup>72</sup>. O CLTC, ademais, era um órgão militar e via, com grandes reservas, a possibilidade de o Brasil controlar o CBERS-1. Segundo Pawel Rozenfeld, responsável pelo Centro de Rastreo e Controle (CRC) do INPE, o receio dos chineses só foi contornado depois que os técnicos do CLTC vieram ao Brasil visitar as instalações do Instituto em 1993 (Entrevista Pawel Rozenfeld, 2003). Entretanto, como o CBERS-1 não seria lançado nos três anos seguintes, a questão poderia ser resolvida mais tarde, sendo necessária unicamente a assinatura de um Protocolo Suplementar estabelecendo um compromisso para sua discussão futura<sup>73</sup>.

Outros problemas afligiam o lado brasileiro. A CAST vinha encontrando sérias dificuldades para a contratação dos serviços de confecção da estrutura dos satélites, tarefa incumbida à parte brasileira, prevista para durar cerca de trinta e seis meses. A Embraer era capacitada a fazê-lo, porém, no início dos anos noventa e, definitivamente, após sua privatização em 1994, a estratégia da empresa foi cada vez mais se afastar do segmento espacial<sup>74</sup>.

A proposta alternativa recebida de um consórcio de empresas metalúrgicas privadas não preenchia todos os requisitos técnicos. O INPE chegou a cogitar a possibilidade de subcontratar a CAST para a fabricação da estrutura, hipótese pouco atraente, pois correspondia a abdicar da capacitação técnica de importância talvez equivalente à pretendida com a realização da AIT do CBERS-2, que, contudo, viria a prevalecer, ao final<sup>75</sup>.

---

<sup>72</sup> Ibidem.

<sup>73</sup> O Protocolo Suplementar para Pesquisa e Produção e Recursos da Terra foi assinado em 05 de março de 1993, durante a visita do Ministro das Relações Exteriores da China, Qian Qichen, ao Brasil.

<sup>74</sup> O último contrato que a Embraer possuía com o programa espacial foi para ser a *prime-contractor* da parte nacional na Estação Espacial Internacional (ISS). Atualmente, a participação brasileira ainda carece de uma nova configuração de seu escopo não contando mais com a Embraer entre os fornecedores nacionais.

<sup>75</sup> O entrave adicional às negociações consistiu na coincidência de datas das reuniões em Pequim com o lançamento previsto do primeiro satélite brasileiro, o SCD-1, nos EUA. O artefato não foi injetado em órbita na data planejada, por problemas ligados ao vetor norte-americano, mas a data cogitada para o lançamento inviabilizou o deslocamento à RPC das equipes encarregadas em discutir as questões de AIT e TT&C, que priorizaram assistir ao lançamento do primeiro satélite desenvolvido pelo INPE. Ao mesmo tempo, as limitações orçamentárias brasileiras haviam determinado a redução drástica, de vinte e cinco para apenas nove, do número de membros da missão técnica sobre Sistemas e Interfaces, bem como do tempo que poderiam permanecer na China.

Concomitantemente, o representante do CLTC, responsável pelo controle do CBERS no âmbito chinês, reiterou seu desacordo à proposta brasileira de controle compartilhado do satélite em órbita (entrevista Pawel Rosenfeld, 2003). Ademais, os chineses achavam pouco provável que os brasileiros pudessem obter recursos para as atividades suplementares, haja vista não existir um desembolso garantido nem para os projetos já contratados. Assim, os chineses só negociariam novas participações do Brasil, como as postuladas no AIT do CBERS-2 e TT&C, se estas estivessem vinculadas à rubrica orçamentária no Brasil.

Quanto aos seus custos, o INPE assegurou que assumiria as despesas adicionais decorrentes da AIT do CBERS-2 no Brasil, e ambos concordaram em procurar reduzir tais gastos, no que fosse possível. De qualquer forma, o INPE pagaria a passagem e hospedagem de todos os técnicos chineses que tivessem que se deslocar ao Brasil, e a CAST solicitou ainda que o INPE pagasse diárias para esses técnicos. Ao argumento brasileiro de que tais diárias não constavam das regras do Acordo de 1988, os chineses contra-atacaram insistindo que as mesmas regras não contemplavam a AIT do CBERS-2 no Brasil (entrevista José Raimundo, 2003; Clovis Solano, 2003 e Mário Selingardi, 2003). O INPE ficou de submeter a postulação chinesa à instâncias superiores e propôs que o número de técnicos chineses simultaneamente no Brasil não ultrapassasse trinta e que houvesse um número máximo de noventa viagens de ida e volta. A CAST propôs quarenta técnicos simultaneamente e trezentas e vinte viagens de ida e volta. Ao final do encontro, o INPE aceitou considerar 40 técnicos e 160 viagens de ida e volta<sup>76</sup>. Os equipamentos deveriam ser transportados para o Brasil e de volta à China por vôos fretados, cabendo ao Brasil as despesas de frete e seguro. A CAST comprometeu-se a considerar a possibilidade de emprestar ao INPE certas máquinas e equipamentos necessários às atividades de AIT do segundo satélite, que durariam no máximo catorze meses.<sup>77</sup>

No que tange às tarefas de AIT do CBERS-2, cristalizou-se o entendimento de que seriam levados a cabo os equipamentos no INPE. A parte chinesa remeteria ao Brasil os equipamentos sob sua responsabilidade e peças sobressalentes, três meses após o lançamento do CBERS-1, exceto no caso de falha no primeiro satélite, hipótese em que o JPC teria que rever o calendário.

---

<sup>76</sup> C.f. Ata da Reunião do IV JPC.

<sup>77</sup> Idem

Quanto aos custos, o INPE arcaria unicamente com as despesas adicionais decorrentes da transferência da AIT para o Brasil, calculadas pela reunião em US\$ 8.216.000<sup>78</sup>. As partes concordaram que o Gerente de AIT para o CBERS-1 seria chinês, e que o Gerente de AIT para o CBERS-2 seria brasileiro. A CAST comprometeu-se a emprestar o contêiner do satélite, assumindo o INPE unicamente os custos de seguro de seu transporte. O INPE e a CAST deveriam assinar um contrato específico sobre o valor das passagens internacionais e internas, hospedagem, alimentação e diárias dos técnicos chineses. Em relação à TT&C, o JPC registrou algum avanço<sup>79</sup>.

Definidos os novos parâmetros da cooperação, foi então assinado um novo protocolo de ações entre os países, intitulado “Protocolo Suplementar sobre Aprovação de Pesquisa e Produção de Satélite de Recursos da Terra entre o Brasil e a República Popular da China”. No documento, o principal compromisso do país seria arcar com “todos e apenas aqueles custos adicionais decorrentes da realização das atividades de montagem, integração e testes do segundo modelo de vôo no INPE”.

Este foi o primeiro passo para a retomada do projeto. Com a assinatura do acordo, surgiu mais uma oportunidade para o incremento do aprendizado do Instituto com a cooperação. A tarefa de AIT de um satélite do porte do CBERS nunca fora executada no LIT. Ademais, a vinda das delegações chinesas ao Brasil iriam se intensificar. Segundo o gerente do LIT, um ponto importante seria a coordenação de um grupo grande de chineses não só para o teste de subsistemas, mas de praticamente todo o satélite (Entrevista Clovis Solano, 2003). Para o LIT, executar as tarefas de AIT de um satélite de tal magnitude, constituiria em oportunidade única.

A cooperação continuou a avançar. Ainda em maio de 1993, uma missão chefiada pelo vice-presidente da CGWIC, Zhang Jianye, mostrou interesse em examinar a proposta formulada pelo INPE, de triangulação entre o Instituto, a Embraer e a CGWIC, envolvendo dois aviões EMB-120 (Brasília), que seriam adquiridos pelo INPE e colocados à disposição da CGWIC. O

---

<sup>78</sup>Ibidem

<sup>79</sup> É necessário mencionar que os avanços no acordo de cooperação, sobretudo nos pontos aventados pelo Brasil, ocorrem no mesmo momento em que o primeiro satélite de coleta de dados, SCD-1, é colocado em órbita, o que faz os chineses “olharem o Brasil com outros olhos”.

esquema minimizaria o dispêndio de divisas, ao contrário do cronograma de desembolsos proposto pelos chineses, que exigiria esforço financeiro incompatível com a situação econômica vivida pelo Brasil.

Foram então iniciadas as discussões para a assinatura de um novo protocolo com base no que havia sido discutido no IV JPC. No que se refere ao segmento lançador, o referido contrato havia sido firmado pelo INPE e pela CGWIC em 16 de junho de 1990 e constituía motivo de certa ansiedade para o lado chinês, uma vez que se tratava da operação de caráter mais comercial de todo o projeto INPE/CAST.

Quanto à AIT do CBERS-2 no Brasil, a sugestão chinesa repetia as provisões anteriormente aceitas pelo Brasil. O Ministério da Indústria Aeroespacial (MIA) chinês, contudo, concluía sua proposta inserindo uma cláusula relativa à segurança técnica e aos direitos intelectuais sobre a tecnologia, em que se previa a assinatura, um ano após a firma do Protocolo MCT/MIA, de novo acordo sobre tais temas. Finalmente, manifestava-se a esperança de que a cooperação bilateral pudesse ser estendida à área de lançamentos de satélites<sup>80</sup>. O Brasil enviou à China uma contraproposta que mantinha as linhas básicas do projeto chinês, sem mencionar o contrato sobre veículos lançadores, devido ao orçamento ainda não ter sido aprovado com a previsão de tais recursos.

As autoridades chinesas aceitaram, em linhas gerais, a contraproposta brasileira, mas insistiram na inclusão de referência ao contrato sobre os serviços de lançamento. A alternativa encontrada pela embaixada brasileira foi incluir uma cláusula condicionante à assinatura definitiva, o que foi considerado conveniente pelo MCT<sup>81</sup>.

---

<sup>80</sup> Esta cláusula foi inserida após a constatação de que o INPE possuía um estoque de componentes para montagem de satélites. No período de 1993 a 1999, foram construídos, no INPE, o SCD-1 e SCD-2 (que voaram no Pegasus), SCD-2A e SACI-1 (que voaram nos dois protótipos do VLS-1) e SACI-2 e CBERS (que voaram no Longa Marcha-4). Assim, existia uma possibilidade real de haver contratos com a parte chinesa acerca de serviços de lançamento.

<sup>81</sup> A afirmação parte da interpretação da seguinte cláusula em inglês: “Both sides shall see to it that the contract for the launcher and the launching services be signed in due time, so that the chronogram for the launching of the first satellite be strictly implemented”. Tradução: “ambos os países buscarão assinar o contrato para o lançador e os serviços de lançamento no momento certo, para que o cronograma do primeiro satélite seja completamente implementado”.

Em maio de 1993, foi criado, no âmbito chinês, um novo organismo encarregado da cooperação internacional chinesa na área espacial, a *China National Space Administration* (CNSA)<sup>82</sup>, que, por decisão do Conselho de Estado, passou a substituir o Ministério da Indústria Aeroespacial na execução dos Tratados, Acordos e Protocolos assinados pela China.

A nova agência seria responsável tanto pela cooperação quanto pela negociação do acordo de lançamento. Pressionado por uma definição neste aspecto, o INPE insistiu ser necessário um trabalho técnico adicional dos dois lados para se determinar sua real viabilidade. Apenas após a conclusão de tais avaliações técnicas, poder-se-ia acertar definitivamente a data de lançamento e assinar um contrato para um fim específico. O INPE dispôs-se a receber uma missão da CGWIC unicamente para discutir os termos do contrato, sem entrar nos pormenores técnicos, que a seu ver deveriam ser discutidos com a CAST.

O Instituto voltou a sugerir o pagamento a CGWIC por meio de produtos brasileiros como, por exemplo, aviões da Embraer. Nos termos desejados pelo INPE, a visita dos chineses não deveria comportar a assinatura do contrato de lançamento. O Instituto informou aos chineses que o Presidente Itamar Franco teria autorizado a efetivação dos créditos adicionais ao orçamento sancionado, totalizando os US\$ 20,8 milhões solicitados para 1993, dando ao INPE condições de saldar os compromissos assumidos até então, excluindo-se os serviços de lançamento<sup>83</sup>.

Paralelamente, o INPE retomou as negociações, em 1993, com a Embraer para a construção das estruturas dos satélites<sup>84</sup>, sem, contudo, ser descartada a hipótese de subcontratação, junto à CAST, de parte das estruturas, desde que se assegurasse a participação de técnicos brasileiros durante a fase de fabricação na China. Em contrapartida, se garantiria a presença de técnicos chineses durante a fase de fabricação das outras estruturas no Brasil<sup>85</sup>.

---

<sup>82</sup> C.f. informações no site da CAST ([www.cast.ac.cn/en](http://www.cast.ac.cn/en)), acesso em 29/10/2003.

<sup>83</sup> Entrevista com o Sr. Raimundo Coelho – gerente de Contratos do CBERS em 19/11/2000 apud Furtado e Costa Filho (2001).

<sup>84</sup> Idem

<sup>85</sup> Era uma preocupação dos técnicos o potencial abandono da Embraer do segmento espacial, sobretudo com a iminência da privatização que ocorreria mais tarde. A preocupação foi transformada em realidade e, nos anos seguintes, a Embraer concentrou o seu foco no setor aeronáutico, realizando tarefas de menor magnitude no segmento espacial.

A Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), do MCT, aprovou um projeto no valor de aproximadamente 24 milhões de dólares, para o triênio 1993-1995, que permitiria o fluxo regular de caixa para as empresas contratadas pelo INPE, para o desenvolvimento dos subsistemas do CBERS, sob responsabilidade brasileira. A FINEP também aprovava recurso para a construção de dois satélites científicos (SACI 1 e 2) no valor de US\$ 4,6 milhões (Costa Filho & Furtado 2002). Além de todos esses recursos aprovados pela FINEP, existia a possibilidade de o Programa CBERS estar incluído entre aqueles contemplados com recursos a serem levantados pelo programa de privatizações de empresas estatais junto ao Governo Federal. Essas ações sinalizariam ao governo chinês e às empresas brasileiras participantes do programa que os principais problemas de fluxo de recursos do INPE estariam sanados.

Existia uma grande expectativa brasileira para a reunião seguinte do JPC, pois, na reunião anterior, os intentos nacionais tinham avançado, e com a resolução da questão financeira, a reunião poderia contemplar algum novo ganho para o Brasil. Na V Reunião do JPC, realizada em Pequim pouco tempo depois, a parte brasileira assegurou estar disposta a assinar o contrato de lançamento até outubro de 1993, o que daria à CAST os três anos que a parte chinesa afirmava serem necessários para a construção do foguete Longa-Marcha para o lançamento do CBERS-1.<sup>86</sup>

Mesmo com estas deliberações, a CAST demonstrava certa incerteza no tocante aos recursos exclusivos ao lançamento que ainda não estavam assegurados. Paralelamente à essa reunião, a delegação do INPE manteve discussões com a CGWIC, que não possuía assento no JPC, sobre os serviços de lançamento. As discussões mantidas àquela altura, bem como a subsequente visita à China de representante da FINEP, agente financeiro institucional do MCT e que viria a assumir os pagamentos do contrato de lançamento, foram decisivas para desfazer o clima de ceticismo dos chineses. A FINEP, posteriormente, comprometeu-se a depositar os US\$ 15 milhões correspondentes à parte brasileira dos custos de lançamento em Conta de Compensação (*Escrow Account*) no Banco da China, em Nova Iorque, e a China utilizaria estes recursos assim recebidos para adquirir bens fabricados no Brasil com alto conteúdo tecnológico, preferencialmente, na área espacial.<sup>87</sup>

---

<sup>86</sup> C.F Ata da Reunião do V JPC.

<sup>87</sup> Segundo o presidente da Associação Aeroespacial Brasileira (AAB), Walter Bartels, este dinheiro nunca foi usado para comprar itens de nenhuma das associadas da AAB.

Entretanto, o saldo do V JPC não foi tão positivo para o INPE, pois foi imposto um cronograma bastante rígido no que concerne à execução de etapas importantes do projeto. Assim, o INPE não teria como subcontratar à Embraer – ou, de resto, à qualquer outra empresa brasileira –, a totalidade da estrutura dos satélites que competia ao país. Ficou, assim, decidido que a CAST assumiria a responsabilidade por parcela substancial – cerca de 65 % – dos trabalhos de fabricação da estrutura, compreendendo o chamado EQM (*Engineering and Qualification Model*) e os elementos críticos da estrutura dos modelos de vôo<sup>88</sup>. Segundo os técnicos do INPE, os preços oferecidos pelos chineses seriam inferiores àqueles que se poderia obter de fornecedores nacionais, se estivessem estes em condições de atender aos prazos estabelecidos; além disso, a proposta chinesa contemplava a supervisão das etapas do processo industrial por técnicos brasileiros com razoável ganho tecnológico, apesar de tudo, para o país (Entrevista Luiz Bueno, 2003 e José Iram, 2003).

Em relação ao contrato de lançamento, cabe assinalar que a CGWIC não queria que os recursos fossem utilizados na aquisição de aeronaves da Embraer no âmbito da *Escrow Account* por ser a China exportadora de aviões de pequeno porte<sup>89</sup>; por não haver experiência anterior de compra de produtos similares do Brasil e por supostas resistências de potenciais usuários consultados, em função de problemas de formação de pessoal habilitado a operar o equipamento brasileiro (Entrevista, Emb. Asfora, 2003). Os representantes do INPE optaram por deixar a questão em aberto junto à CGWIC.

No mês de setembro de 1993, o Ministro Liu Jiyuan, então responsável pela cooperação pelo lado chinês, visitou o Brasil em caráter oficial. A viagem objetivaria a assinatura do “Protocolo Adicional sobre Pontos Principais para o Ulterior Desenvolvimento dos Satélites CBERS” entre a CNSA e o MCT; o acerto final sobre preços e condições, bem como, a assinatura de subcontrato para a fabricação pela CAST de partes da estrutura dos satélites; a

---

<sup>88</sup> C.F Ata da Reunião do V JPC.

<sup>89</sup> A China produzia e exportava aviões de 60 lugares através da *China's Xi'an Aircraft Industrial Corporation* e pela *China Aviation Industry Corporation* (AVIC) e *China National Aero-Technology Import & Export Corporation* (CATIC).

definição dos termos do contrato de lançamento entre INPE e CGWIC<sup>90</sup> e contatos com empresas e instituições brasileiras vinculadas direta ou indiretamente ao setor aeroespacial para avaliação das perspectivas de cooperação e com vistas a um possível aumento do intercâmbio bilateral nessa área.

Na oportunidade, o Ministro Liu Jiyuan incluiu, em São José dos Campos, visitas ao INPE, ao Centro Técnico Aeroespacial (CTA) do Ministério da Aeronáutica, à EMBRAER e a empresas ligadas ao programa espacial brasileiro, como a TECNASA, que posteriormente foi o fabricante dos *transponders* do CBERS, além da ELEBRA, de componentes eletrônicos (CRI/INPE, 2003). Na TECNASA, o Ministro manifestou interesse por equipamentos para telefonia celular rural, que poderiam constituir parcela do esquema de pagamento dos serviços de lançamento do satélite<sup>91</sup>. Em Brasília, o Ministro Liu assinou, em 15 de setembro de 1993, com o ministro Vargas, o “Protocolo MCT/CNSA sobre Pontos Principais para o Desenvolvimento Adicional dos Satélites Sino-Brasileiros de Recursos da Terra”. O instrumento definiu a data de outubro de 1996 para o lançamento do primeiro satélite e determinou que o contrato de serviços de lançamento com a CGWIC fosse assinado em novembro de 1993, durante a programada visita de Vargas à China. O documento também programou a assinatura e a entrada em vigor, até setembro de 1997, do Acordo, em separado, sobre a segurança dos satélites e a proteção de direitos de propriedade, com base em regras elaboradas pelo INPE e pela CAST, e cristalizou os entendimentos alcançados em relação à AIT do CBERS-2 no Brasil.

Na ocasião, o Ministro Vargas anunciou estarem assegurados os fundos de responsabilidade brasileira para o desenvolvimento dos satélites, inclusive por meio de recursos no montante de US\$ 36 milhões, oriundos do programa de privatizações do Governo Federal<sup>92</sup>.

No INPE, o Ministro Liu foi informado pela CRI/INPE de alguns pontos de interesse brasileiro a serem discutidos quando da visita que faria o diretor do INPE, Márcio Barbosa, a Pequim, poucas semanas mais tarde. Dentre esses pontos, um que nos chamou a atenção foi o intento de criar uma empresa sino-brasileira para comercializar as imagens do CBERS e proceder

---

<sup>90</sup> Segundo pontos aprovados no protocolo adicional.

<sup>91</sup> Entrevista com gerentes da Tectelcon/Tecnasa, 2000 apud Furtado & Costa Filho, 2001.

<sup>92</sup> C.f. Gazeta Mercantil, 16 de setembro de 1993.

à divulgação do projeto junto à comunidade científica e aos usuários internacionais de imagens de satélites<sup>93</sup>. Tal divulgação far-se-ia por meio da participação de técnicos brasileiros em simpósios científicos internacionais e da organização de visitas de divulgação com estratégias de *marketing* criadas por agências de publicidade. O diretor defendeu igualmente que, contra o pagamento dos gastos adicionais (adaptação da plataforma, ligações elétricas, documentação), fosse utilizado o espaço ocioso do foguete Longa Marcha 4B que lançaria o CBERS, na forma de *piggyback satellite*<sup>94</sup>, para um microssatélite de experimentação científica, o SACI, de interesse da comunidade científica brasileira<sup>95</sup>.

O aumento do escopo da cooperação deveria ser proposto em uma visita posterior, a ser feita pelo ministro Israel Vargas, a China. A visita do ministro deveria incluir escalas em Pequim, Xangai e Xi'an. Idealmente, a pauta de conversações do ministro brasileiro da Ciência e Tecnologia incluiria o contrato de lançamento; o microssatélite SACI – a ser lançado em *piggyback*; o compromisso de esforço conjunto para o *marketing* internacional do CBERS; e a formação de um grupo de trabalho INPE/CAST para o estudo de viabilidade para o desenvolvimento em conjunto, com base no Dongfanghong-III da CAST, de um satélite de telecomunicações sino-brasileiro, a ser lançado após o CBERS-2<sup>96</sup>. Finalmente, esperava-se chegar ao compromisso de retomada das discussões bilaterais sobre o tema de TT&C dos satélites CBERS.

O saldo da visita do ministro Israel Vargas foi bastante positivo, tendo os países assumido o compromisso de proceder a esforços conjuntos em prol da intensificação da cooperação espacial

---

<sup>93</sup> Até o presente momento, o segmento de usuários não havia sido envolvido nas negociações, sobretudo os usuários não sino-brasileiros. Para os chineses, esse programa estava voltado às demandas nacionais por imagens de satélite e, o lado brasileiro, durante muito tempo, encarou o projeto como um projeto de engenharia e, de certa forma, desprezando o uso das imagens. Apenas em 1996 é que foi concluído o primeiro estudo, encomendado pela FINEP, sobre as perspectivas do mercado de comercialização de imagens de sensoriamento remoto e as potencialidades do CBERS nesse contexto.

<sup>94</sup> *piggyback satellite* é o termo utilizado para designar um satélite “carona”. Normalmente esses satélites são micro ou pequenos satélites de baixo custo de construção que por possuírem um pequeno valor agregado. Não compensaria, economicamente, contratar um lançamento apenas para este tipo de satélite, e a solução, portanto, seria aproveitar o lançamento de outros satélites.

<sup>95</sup> O satélite contou com quatro cargas úteis selecionadas pela Academia Brasileira de Ciências (ABC) através de um anúncio de oportunidades.

<sup>96</sup> Tratar-se-ia do desenvolvimento de um satélite “Brasilsat”, de 1.200 Watts, com vida útil de doze anos, no valor antecipado de cerca de US\$ 400 milhões, com possibilidade de gerar oferta indireta de equipamentos e serviços de apoio aos usuários na faixa de US\$ 4 a 5 bilhões, após seu lançamento.

bilateral. Como ponto fundamental para o aprofundamento da cooperação, o Brasil, mais uma vez, gostaria de pôr na mesa de negociações a participação brasileira também no controle dos CBERS. Sobre este aspecto, o assunto só foi colocado em pauta após o convite para que uma delegação da Comissão de Ciência, Tecnologia e Indústria para a Defesa Nacional (COSTIND) visitasse o Brasil, com vistas à definição dos termos de uma efetiva participação brasileira nas funções de TT&C do CBERS.

Para a COSTIND, o controle da parte brasileira só seria possível se os quatro pontos seguintes fossem observados:

- O controle dos satélites deveria atender aos interesses dos dois países;
- A segurança dos satélites deveria ser plenamente garantida;
- Todo o processo de desenvolvimento dos satélites deveria seguir os preceitos técnicos e científicos;
- A prática internacional, comumente aceita, deveria ser respeitada e seguida.

Todos os pontos foram aceitos pela comitiva brasileira, sendo este o primeiro passo para o equacionamento do TT&C pelos brasileiros, até então sujeito a impasse. Como de praxe e como descrito em todas as etapas da evolução das relações diplomáticas entre os países, a visita de Vargas também serviu de propósito para a assinatura do “Protocolo sobre Desenvolvimentos Adicionais aos Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres e Assuntos Correlatos”, entre o MCT e a CNSA. No intuito de desenvolver ainda mais a cooperação no setor espacial, as partes discutiram uma primeira versão do “Protocolo entre a CNSA e o MCT sobre Cooperação nas Aplicações Pacíficas da Ciência e Tecnologia do Espaço Exterior”, a ser assinado no mesmo mês de novembro de 1993, em Brasília, durante a visita do Secretário-Geral do Partido Comunista Chinês e Presidente, Jiang Zemin.

O Ministro Liu Jiyuan visitou o Brasil novamente, dois meses após sua primeira visita, integrando a comitiva do Presidente Jiang Zemin. Na oportunidade, o Ministro Liu assinou com o ministro Israel Vargas, no dia 23 de novembro, o “Protocolo sobre Cooperação em Aplicações Pacíficas de Ciência e Tecnologia do Espaço Exterior”, que reforçava os instrumentos anteriores e procurava ampliar a cooperação espacial<sup>97</sup>. Jiang Zemin salientou que o projeto CBERS era um bom exemplo de cooperação Sul-Sul e sublinhou seu potencial para estimular o desenvolvimento econômico, bem como para ajudar a quebrar o monopólio de alta tecnologia das nações mais industrializadas. Ao Presidente chinês o Presidente Itamar Franco manifestou a satisfação de ter podido dar impulso decisivo ao projeto CBERS, classificado como o primeiro passo na “parceria estratégica” entre o Brasil e a China<sup>98</sup>, e registrou seu apreço pela flexibilidade e confiança dos chineses ao longo das diferentes etapas de evolução do projeto.

A delegação chinesa manifestou grande interesse em utilizar a estação móvel brasileira de TT&C em Cruzeiro do Sul, Acre (CRI/INPE, 2003), uma vez que, nos lançamentos chineses de satélites de comunicações – componente importantíssimo dos aspectos comerciais do setor espacial da China, a separação final entre o satélite e o último estágio do foguete ocorre em ponto do espaço diretamente acima desta região, o que dá à referida cidade situação geográfica privilegiada para atender às necessidades de TT&C chinesas (entrevista Pawel Rosenfeld, 2003). No entanto, o Brasil apenas se comprometeu a examinar favoravelmente o pedido chinês, especificando que a estação móvel estaria planejada para atender às necessidades de TT&C do CBERS, ficando a oferta de serviços adicionais condicionada a requerimentos técnicos e a exame mais aprofundado do tema por outras autoridades brasileiras interessadas<sup>99</sup>.

Mais importante para as postulações brasileiras, o diretor do INPE, Marcio Barbosa, e o chefe da delegação chinesa sobre TT&C, Zhao Qi Zheng, assinaram o *CBERS Telemetry, Tracking & Control Cooperation Agreement*, que dava aos dois países a possibilidade de deter o controle dos satélites CBERS na seguinte proporção, baseada nos investimentos realizados por cada lado: para o CBERS-1, os primeiros doze meses estariam sob controle chinês, os seis meses

---

<sup>97</sup> C.f. Jornal Folha de São Paulo em 24/11/93.

<sup>98</sup> A expressão “parceria estratégica” foi cunhada pelo presidente Jiang Zemin, o que segundo Lessa (1998) poderia ser interpretado como um relacionamento bilateral prioritário e reciprocamente remunerador.

<sup>99</sup> Segundo informações constantes na Ata da Reunião “Minutes of Meeting”, assinada pelo Ministro Israel Vargas e o vice-Ministro Shen Rongjun em 23 de março de 1994.

subseqüentes, sob controle brasileiro, e os dois meses posteriores, sob controle chinês; para o CBERS-2, os primeiros oito meses ficariam sob controle chinês, os seis meses posteriores, sob controle brasileiro e os seis meses seguintes, novamente, sob controle chinês. A alocação de períodos de tempo para as operações dos satélites, após os prazos mencionados, seria objeto de definição posterior.

O controle do satélite significou um grande desafio para o INPE, já que o CBERS é um satélite estabilizado em três eixos, o que aumenta o número de comandos. Até então, os únicos satélites controlados pelo Brasil eram os SCD's 1 e 2 que possuíam um controle em forma de *spin* e bem menos complexo.

Neste contexto, o controle do CBERS exigiu um treinamento específico e uma interface computacional diferenciada para o correto manuseio, até mesmo para dirimir quaisquer resistências da parte chinesa em passar o controle do satélite para as mãos do Brasil, conforme apresentar-se-á no capítulo quinto deste trabalho.

Este acordo garantiria à parte brasileira a operacionalização do segmento solo no programa CBERS. Cada parte seria plenamente responsável, enquanto sob seu controle pela segurança do satélite<sup>100</sup>. Ao mesmo tempo, a CLTC se comprometia a transferir, para o INPE, as técnicas das operações de TT&C do CBERS, de acordo com as necessidades brasileiras. Esta transferência foi processada por meio da disponibilização de manuais técnicos. Os controles das aplicações das cargas úteis dos satélites seriam levados a cabo pelas duas partes separadamente, sob o planejamento unificado do Centro de Controle de Satélites de Xi'an.

Podemos constatar que a visita do ministro Israel Vargas à China teve, portanto, o mérito de equacionar, em bases claras e mutuamente aceitáveis, um dos aspectos mais importantes, do ponto de vista técnico e político, que seguia pendente para a execução do Projeto CBERS. Assim, o ministro Vargas declarou à imprensa que, tendo o Brasil lançado o satélite de coleta de dados

---

<sup>100</sup> Caso o CBERS falhasse por defeito do controle brasileiro, o Brasil pagaria à China 70 % do valor do satélite. No caso da China, esta pagaria 30 % do valor do artefato ao Brasil.

SCD-1, e estando avançado o projeto para veículo lançador de satélites, só faltava dominar a tecnologia de rastreamento – objetivo que um novo Acordo com a China viria a cobrir.

Com a assinatura desse Acordo e havendo sido resolvida a questão da AIT do CBERS-2, a cooperação sino-brasileira parecia ter novamente encontrado o seu rumo. Entretanto, se, por um lado, os acordos diplomáticos estavam avançando em pontos de interesse ao INPE, por outro lado, o Instituto encontrava dificuldades na entrega dos componentes. Isto foi motivo de queixa do lado chinês, mais uma vez. O atraso no fornecimento pelo INPE de alguns componentes, entre eles adesivos e componentes de alumínio referentes aos painéis solares, causara a demora na entrega pela CAST da estrutura do satélite, subcontratada pelo INPE à parceira chinesa. O INPE deveria igualmente ter mandado uma missão técnica à China, em janeiro de 1994, para discutir aspectos técnicos relacionados à produção e testes da *honeycomb board* da estrutura, a ser subcontratada pelo INPE no Brasil. Entretanto, não chegou a assinar o referido contrato, o que causou atraso adicional e o não-envio da referida missão.

Neste ínterim, o Brasil comprometera-se a assinar um contrato com a firma francesa MATRA sobre equipamento de testes, o que ainda não havia feito, causando atraso no teste do Modelo de Qualificação de Engenharia (*Engineering Qualification Model – EQM*). Ademais, as primeiras parcelas do contrato sobre os serviços de lançamento, assinado a menos de oito meses com os chineses, já estavam atrasadas. A CAST também reconheceu que haveria um certo atraso no seu cronograma em razão do não envio de uma missão ao Brasil para proceder à qualificação do protótipo do computador de bordo.

Paralelamente, a China comunicou sua aceitação da proposta brasileira de Acordo-Quadro para cooperação espacial, com pequenas modificações formais, inclusive quanto à inclusão, no texto, dos órgãos executores do Acordo: pelo lado chinês, a Administração Nacional de Espaço da China, e a nova Agência Espacial Brasileira (AEB), pelo lado brasileiro.

O lado chinês sentia um certo desconforto com o não-pagamento pelo INPE das duas primeiras parcelas do contrato sobre serviços de lançamento, a primeira vencida em janeiro, e a segunda, na primeira semana de abril de 1994, e com o fato de não ter sido aberta, até então, a

Conta de Compensação (*Escrow Account*) em favor dos chineses em Nova Iorque. Em relação aos pagamentos do lançador chinês, estes só foram realizados em novembro de 1994. Observa-se que, apesar do recurso orçamentário já ter sido planejado, este ficaria contingenciado até uma posterior ordem de liberação Presidencial. Além disso, INPE/FINEP procederam ao pagamento das parcelas devidas à China sempre com atraso de não menos de seis meses – quase sempre de um ano.

No final do ano foi realizada, no Brasil, a Sexta Reunião JPC. O principal tema da pauta versava sobre as etapas a cumprir do cronograma mestre. Após análise deste cronograma, o JPC resolveu sugerir o adiamento do lançamento do primeiro satélite para maio de 1997, tendo em vista a falência da empresa ESCA, detentora de vários contratos de responsabilidade brasileira no âmbito do programa CBERS. Seus problemas causaram demora sistemática no desenvolvimento dos equipamentos contratados. Ao tomar conhecimento da gravidade da situação da ESCA, o INPE determinou a rescisão de todos os contratos com a empresa e instituiu ato de posse sobre os componentes e partes adquiridos e/ou fabricados por ela. Para minimizar o impacto negativo sobre o CBERS, o INPE solicitou permissão ao Governo para, sob o instrumento legal de “dispensa de licitação”, contratar, em lugar da ESCA, a Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais – FUNCATE, entidade de direito privado, vinculada ao INPE.

Segundo Luiz Bueno, Gerente do Segmento Espaço do Programa CBERS, a falência da ESCA ensejou atraso de mais de um ano ao projeto. Na sua opinião, entretanto, os chineses não teriam conseguido desenvolver os dois sensores de sua responsabilidade a tempo, sem os atrasos ocasionados pelo Brasil (Entrevista, 2003).

Os atrasos ocorridos nos componentes dos satélites, em ambas as partes, acarretaram um atraso no cronograma geral do programa, que só foi restabelecido em dezembro de 1995, quando o EQM (*Engineering Qualification Model*) do primeiro satélite ficou pronto. Mesmo assim, os governos mantiveram, para o ano seguinte, o cronograma para o lançamento do CBERS-1 em outubro de 1996.

Ressaltou-se, igualmente, a importância do Brasil e da China em proceder à pesquisa das aplicações do CBERS e do desenvolvimento do mercado comercial para seus produtos. Acordou-

se que uma delegação do *China Center for Resources Satellite Data and Applications* (CRESDA) visitaria o Brasil antes do fim do ano de 1995, para discutir o tema, haja vista a urgência na constituição da empresa binacional para comercialização dos produtos CBERS – considerava-se que tal empresa deveria estar instalada no mais tardar até meados de 1995.

Por outro lado, tendo em vista que o êxito de um serviço de sensoriamento remoto depende de sua continuidade, de forma a aumentar o número de usuários do sistema e satisfazer as futuras necessidades dos clientes conquistados, decidiu-se que os dois países deveriam considerar a conveniência de aumentar o número de satélites binacionais, além dos dois definidos nos Acordos vigentes, desenvolvendo os satélites CBERS-3 e 4.

A parte dos desembolsos brasileiros encontrava-se mais uma vez em atraso e deveria ser negociada com a ida de uma delegação do INPE à China, fato que ocorreu no mês de setembro de 1995, para uma nova reunião do JPC. Na oportunidade, a delegação brasileira foi chefiada pelo Diretor do INPE (CRI/INPE). Em um dos primeiros encontros realizados, os brasileiros apresentaram as desculpas pelos atrasos financeiro e técnico e explicaram as providências adotadas para corrigir tais percalços. O INPE anunciou, também, a abertura de um escritório em Washington, D.C., para divulgação e captação de novos usuários para as imagens CBERS, como contrapartida brasileira à empresa binacional encarregada da distribuição e comercialização dos dados do CBERS, e cobrou dos chineses um posicionamento sobre a questão.

Apesar de as ações para a instalação do escritório em Washington, D.C., serem muito bem recebidas e apreciadas pelos chineses envolvidos com o assunto, é necessário ressaltar que a abertura do escritório jamais aconteceu e nem há previsão de que ocorra, ao passo que a estratégia de comercialização adotada consiste na gratuidade das imagens e a distribuição via internet. De qualquer forma, a reunião serviu para dar prosseguimento ao programa CBERS, tendo como resultado a concordância do Ministro Liu em relação à fabricação conjunta dos satélites CBERS 3 e 4. Ademais, a ampliação da cooperação era o ponto principal da visita do Presidente Fernando Henrique Cardoso à China, em dezembro de 1996<sup>101</sup>.

---

<sup>101</sup> Tão logo fosse efetuado o pagamento da dívida brasileira para a parte chinesa, seguiria para o Brasil uma missão destinada a preparar, com o INPE, o estudo para a construção, na base de 50% de responsabilidade para cada lado, de mais dois satélites CBERS, destinados não apenas a assegurar a continuidade de serviços internos para cada um dos

A assinatura do contrato de Transferência de Tecnologia entre o CLTC e o INPE (*Contract for the CBERS TT&C Operation and Management Key Technology Transfer between CLTC and INPE*), em 25 de setembro de 1995, permitiu finalmente atender à reivindicação brasileira de assumir o controle dos satélites CBERS, na proporção direta dos investimentos brasileiros – reivindicação antiga que só então teve o desfecho adequado<sup>102</sup>.

Este contrato seria um dos pontos encaminhados à VII reunião do JPC. Além do assunto da TT&C, um outro tema bastante delicado seria discutido na reunião: o atraso de “pelo menos oito meses” causado pela falência da ESCA e o atraso de alguns meses no pagamento devido pelo INPE à CAST pela subcontratação das estruturas dos satélites. O item 11 da Ata do referido JPC versava sobre as perdas financeiras da parte chinesa pelos atrasos do INPE, enfatizando que o atraso de oito meses deixou a CAST em estado de espera, causando-lhe uma perda econômica estimada em US\$ 5 milhões, relativos à manutenção da equipe do CBERS. A CAST exigia uma compensação financeira do INPE, pois os gastos suplementares não estavam planejados dentro do escopo da cooperação.

Ainda na mesma reunião do VII JPC, a parte chinesa sinalizou positivamente o interesse da China no prosseguimento e expansão do programa CBERS, mas ressaltou a importância de se cumprir o cronograma acordado. Para tanto, seria necessária a injeção de recursos pelo lado brasileiro. Assim, foi confirmada no JPC o novo atraso do programa, tendo o Brasil considerado viável o lançamento do CBERS-1 em outubro de 1997, e a parte chinesa proposta para abril de 1998. Os dois países concordaram em rever as regras de intercâmbio de equipes, em que cada

---

parceiros, como, também, a viabilização comercial da utilização dos dados CBERS por usuários estrangeiros, além dos quatro anos de vida útil, previstos para os dois primeiros artefatos. Buscar-se-ia, ademais, aprimorar a qualidade do produto em relação aos dois primeiros satélites. Conforme sugestão do Diretor do INPE, o novo Acordo deveria ser tratado como expansão dos documentos já existentes, que atribuíam ao MCT/INPE e a CAST a responsabilidade pela execução dos trabalhos. Os chineses mencionaram também o interesse em fornecer satélite de telecomunicações ao Brasil.

<sup>102</sup> Pelo contrato, o Brasil pagaria a quantia de US\$ 1,8 milhão, metade dela antes do lançamento do primeiro satélite. Caso o INPE tivesse dificuldades em pagar em espécie, a cláusula seis do Contrato previa a possibilidade de pagamento em produtos e serviços relacionados ao CBERS, bem como consultorias do INPE aos chineses, de acordo com as suas demandas. Como demonstração de interesse no estreitamento da cooperação, o vice-ministro da COSTIND, Shen Rongjun, dispôs-se a visitar o Brasil no mais breve prazo. Teria ele, igualmente, influenciado na postura favorável à expansão da cooperação com o Brasil, que veio a predominar no lado chinês. Entretanto, praticamente todo o pagamento foi efetuado antes do lançamento.

lado passaria a arcar com as despesas de seu pessoal no outro país, a partir de primeiro de janeiro de 1996. O INPE comprometeu-se a pagar suas dívidas para com a CAST até fins de 1995, esforçando-se por fazê-lo antes do final de outubro. Criou-se, enfim, por proposta do Ministro Liu Jiyuan, um grupo de trabalho para a expansão da cooperação (CBERS-3 e 4), cuja primeira reunião ficou marcada para o início de novembro do mesmo ano, no Brasil.

Entretanto, segundo avaliações dos técnicos do INPE, não haveria tempo hábil para a discussão técnica do acordo até o mês seguinte, data prevista da visita do Presidente Fernando Henrique à China. A solução seria a vinculação da proposta de minuta, sugerida por Liu Jiyuan no VII JPC, ao Acordo-Quadro Brasil-China sobre Cooperação Espacial, assinado em 1994. O Brasil considerou mais conveniente transformar o “Memorando de Entendimento” em “Acordo sobre Segurança Técnica”, de modo a reproduzir mais adequadamente o conteúdo do texto, que refletia exclusivamente os aspectos técnicos do TT&C.

Paralelamente à visita presidencial, previu-se a realização, em Xangai, além da Feira Industrial Brasileira, coordenada pelo DPR/MRE, do Seminário intitulado “Brasil-China, uma parceria estratégica”, com participação do INPE e da AEB, que teriam estandes próprios na Feira Industrial<sup>103</sup>. O INPE estaria, ainda, igualmente organizando, com a colaboração de técnicos chineses, dois *workshops*: um sobre o monitoramento ambiental pelos satélites CBERS e outro sobre pesquisas e aplicações ligadas à variabilidade climática global<sup>104</sup>.

O Presidente Fernando Henrique incluiu, em seu roteiro de viagem à China, uma visita ao laboratório onde estava sendo integrado o primeiro satélite CBERS, acompanhado do ministro da Ciência e Tecnologia, do diretor do INPE e do presidente da FINEP<sup>105</sup>. Os documentos "Acordo sobre Segurança Técnica Relacionada ao Desenvolvimento Conjunto dos Satélites de Recursos Terrestres" e a "Ata de Entendimento sobre o Fortalecimento e a Expansão da Cooperação Tecnológica Espacial Brasil-China" foram assinados em 13 de dezembro de 1995, o primeiro pelos chanceleres Luiz Felipe Lampreia e Qian Qichen; o segundo, pelos Ministros Israel Vargas e Liu Jiyuan.

---

<sup>103</sup> C.f. Relatório de Atividades do INPE 1995.

<sup>104</sup> Idem, op cit.

<sup>105</sup> Jornal Vale Paraibano, 14 de Dezembro de 1995.

Ademais, o Presidente Fernando Henrique abordou o tema do CBERS no encontro com o Presidente Jiang Zemin, apontando-o como um exemplo de parceria estratégica<sup>106</sup>, conforme termo cunhado para descrever a cooperação Sul-Sul entre os dois países pelo próprio Zemin em visita ao Brasil dois anos antes. O mesmo aconteceu no encontro com o Primeiro Ministro Li Peng, a quem FHC reiterou a confiança na parceria, anunciando, também, ter intenção de voltar à China para o lançamento do CBERS-1<sup>107</sup>. Foram, portanto, extremamente significativos, do ponto de vista político e institucional, os avanços que a visita presidencial trouxe ao programa CBERS.

Ao final do primeiro semestre de 1996, o INPE comunicou à CAST ser possível a entrega dos componentes, sob a responsabilidade do país, em julho de 1997, após a entrada de um novo *prime contractor* – a FUNCATE, assumindo grande parte dos contratos da falida ESCA<sup>108</sup>. Com este novo rearranjo, o INPE e a CAST planejaram o lançamento do CBERS-1 para outubro de 1997.

Uma vez finalizadas as etapas do programa sob a responsabilidade do Brasil, a atenção do Instituto se voltaria ao programa MECB. Naquele momento, o VLS-1 estava em estágio avançado de conclusão e definição de um calendário de lançamento, o que aconteceria no ano seguinte.

O insucesso do lançamento do VLS-1, em 1997, ativou o interesse dos chineses em prestar também esse tipo de serviço ao Brasil. Este interesse era corroborado pela constatação de que o segundo satélite de coleta de dados da série SCD se encontrava praticamente pronto e não existia tempo hábil para o lançamento de um segundo protótipo do VLS-1. Ademais, o contato, neste momento, foi feito diretamente com a AEB que naquele momento era o órgão gestor do Programa Espacial Brasileiro (Entrevista Campelo, 2005).

---

<sup>106</sup> China Daily 13 de Dezembro de 1995.

<sup>107</sup> *idem*, op cit.

<sup>108</sup> A FUNCATE não possuía nenhuma experiência neste tipo de contrato e surgiu como solução por ser uma fundação vinculada ao INPE que teria uma flexibilidade maior de atuação como *prime-contractor* do Instituto.

É necessário frisar que, diferentemente da cooperação sugerida pelos militares no campo de lançadores, no início dos anos oitenta, neste momento o interesse da China era vender o serviço de lançamento, ao passo que pelo curto espaço de tempo não era possível fazer uma cooperação que pudesse solucionar os problemas de engenharia do VLS-1.

O lado brasileiro, que contratou o foguete *Pegasus* para o lançamento do SCD-1, prometeu apresentar proposta nesse sentido no encontro seguinte ao grupo de trabalho, criado desde os tempos da COBAE, para tratar do assunto. Discutiu-se, igualmente, a cooperação em outras áreas espaciais, como a física, a geofísica e a astrofísica, tendo sido determinado que a principal entidade brasileira para tal seria a Universidade de Santa Maria (RS) e, pela China, a Academia de Ciências (CAS). O Brasil demonstrou interesse na tecnologia desenvolvida pela China para o aprimoramento de espécies vegetais em gravidade zero, bem como naquela relativa ao uso de túnel de vento.

Por outro lado, internamente, a China vinha experimentando alguns reveses no setor espacial<sup>109</sup> e, por isso mesmo, parecia disposta a revigorar a parceria com o Brasil. Para isso, insistia em lançar o CBERS em 1997, o que parecia quase impossível de ocorrer, dado o curto espaço de tempo para que a parte brasileira pudesse, como solicitado pela CAST, fornecer os equipamentos sob sua responsabilidade.

Nesse sentido, o programa estava em compasso de espera da finalização dos sistemas a fim de que se pudesse acertar um cronograma de lançamento, embora o lançador brasileiro VLS-1 já se encontrasse em fase adiantada de construção.

No campo diplomático, uma declaração conjunta foi assinada em Brasília, em 8 de novembro de 1996, na presença do Primeiro-Ministro Li Peng, havendo as duas partes expressado a viabilidade da integração e teste do primeiro satélite ao final de 1997. Em relação ao lançamento do SACI em *piggyback* com o CBERS, a parte chinesa comprometeu-se a

---

<sup>109</sup>Em pouco mais de um ano, mais precisamente nos dias 26/01/1995 e 15/02/1996, dois satélites de telecomunicação são perdidos após a explosão de lançadores chineses, abalando a credibilidade dos lançadores perante a comunidade internacional de usuários. Seria importante um número expressivo de sucessos nos próximos lançamentos, dos quais incluíam o lançamento do CBERS-1.

fornecer a estimativa de custos, de forma que o INPE pudesse programar-se para cobri-los. Segundo o “INPE Notícias” de novembro/dezembro de 1997, tais custos seriam de US\$ 150 mil. Sobre a empresa binacional de comercialização dos serviços, manteve-se a disposição de constituir uma *joint-venture* sino-brasileira, em princípio, aberta à participação de outros países. No que se refere às aplicações dos CBERS's, as duas partes comprometeram-se a acelerar a finalização de suas instalações de recepção e processamento de imagens. O INPE e a FINEP declararam estar realizando pesquisa de mercado internacional sobre o assunto e que apresentariam os resultados à CASC no início de 1997.

Com o advento do VIII JPC, foram consideradas concluídas a primeira e a segunda fase de testes do Modelo de Engenharia e Qualificação, restando as duas últimas<sup>110</sup>. Todos os equipamentos fabricados e testados pela parte brasileira foram devidamente entregues e integrados ao satélite. Previu-se que o Modelo de Vôo, isto é, o satélite a ser lançado pelo foguete Longa Marcha 4B, estaria pronto ao final de 1997, podendo ser lançado a partir de abril de 1998, quando seriam favoráveis as condições meteorológicas na Base de Taiyuan. No que se refere às fases do projeto do CBERS-1, no início de abril, foram iniciados os testes de Vácuo/Térmico do modelo térmico do CBERS-1 (LIT/INPE), que constituiu momento de especial significado no desenvolvimento do satélite sino-brasileiro.

Ao final de dezembro de 1996, o Diretor do INPE, Marcio Barbosa, deu declarações à imprensa, durante sua visita à Washington, D.C., segundo as quais se constituiria, até o final de 1997, na capital norte-americana, uma empresa privada para a comercialização dos dados dos CBERS, enquanto o INPE buscava investidores brasileiros.<sup>111</sup>

A CAST e a CNSA apresentaram minuta de proposta para os CBERS-3 e 4 no início de abril de 1997. Tratando-se da segunda geração dos satélites sino-brasileiros de sensoriamento remoto, buscou-se aprimorar certas características. A parte chinesa propôs certas modificações em relação aos primeiros satélites, como o aumento da resolução da câmera CCD para quinze metros contra os vinte metros nos CBERS-1 e 2 (esta câmera ficaria sob a responsabilidade

---

<sup>110</sup> C.F. Ata do VIII JPC.

<sup>111</sup> Folha de São Paulo, 20/12/1996.

brasileira); o aumento do número de bandas da câmera WFI de duas para cinco e a inclusão de uma outra câmera chinesa de resolução de cinco metros; além da melhoria tecnológica da câmera IRMSS; ademais, foi proposta a extensão da vida útil dos satélites de dois para três anos, e o aperfeiçoamento das Plataformas de Coletas de Dados.

Neste mesmo período, foi finalmente concluído o estudo de viabilidade comercial do CBERS, encomendado pela FINEP, que apontou para uma baixa rentabilidade dos produtos de sensoriamento remoto a serem oferecidos pelo programa sino-brasileiro. As especificações técnicas dos satélites CBERS 1 e 2 faziam com que eles atuassem em determinado nicho de mercado já ocupado por sistemas de sensoriamento e imageamento confiáveis, como o *Landsat* norte-americano e o *Radarsat* canadense.

Entretanto, antes de apresentar tal relatório aos chineses, a parte brasileira ponderou que a viabilidade do CBERS não deveria ater-se a indicadores puramente comerciais, uma vez que o projeto possuía conotações políticas e estratégicas que ultrapassavam, em larga medida, os retornos econômicos gerados no curto prazo<sup>112</sup>.

É importante ressaltar que a “parceria estratégica” entre chineses e brasileiros na área de C&T e a conotação de Estado que a cooperação espacial possui indicam que a econômica é apenas uma dentre as principais dimensões a ser analisada, tendo um igual peso às de origem política e tecnológica. Portanto, a análise feita pelos técnicos de ambos os países faz todo o sentido, quando se pensa em programas de Estado e não “puramente comerciais”.

Ainda na primeira quinzena do mês de junho de 1997, concluiu-se a missão da delegação do INPE à Pequim, na qual o principal objetivo foi apresentar, à parte chinesa, a proposta brasileira para o desenvolvimento dos CBERS-3 e 4<sup>113</sup>. A visita do ministro Vargas serviria de pano de fundo para a assinatura de Ajuste Complementar sobre o assunto paralelamente à reunião do JPC.

---

<sup>112</sup> Considerando esta observação, o relatório deveria ser redimensionado de maneira a incorporar os diversos matizes do Projeto CBERS. Levando-se em conta as características estratégicas do programa, as elevadas quantias envolvidas e o pequeno retorno comercial antecipado para os produtos CBERS pela pesquisa da FINEP, parecia difícil imaginar formas de financiamento não-governamentais para o projeto. Sem dúvida, talvez este seja um dos principais motivos pelo qual o escritório de comercialização de imagens, planejado para funcionar nos EUA, não tivesse saído do papel.

<sup>113</sup> C.f. Informações da Coordenação de Relações Institucionais e Gerência de Contratos/CBERS - INPE.

Os representantes do INPE, chefiados por Carlos Santana, acertaram igualmente com a CGWIC detalhes do contrato de lançamento do SACI em *piggyback*<sup>114</sup>.

Com vistas a participar do IX JPC, em Pequim, a delegação brasileira construiu uma estratégia a fim de negociar o texto do Protocolo Complementar sobre o desenvolvimento dos CBERS-3 e 4 – desta vez contemplando, também, o segmento de usuários, e conversar sobre o desenvolvimento da plataforma espacial múltipla, com utilização para telecomunicações e meteorologia. O objetivo brasileiro era negociar também os serviços de lançamento e abrir discussões sobre futuros contratos com a parte chinesa. Entretanto, como os chineses haviam sido excluídos dos lançamentos dos SCD's e dos Brasilsat's, o argumento utilizado foi considerado frágil. Em relação à proposta brasileira de Protocolo Complementar, a parte chinesa manifestou discordância quanto à possibilidade de se estabelecer novamente o esquema de *offset trade*<sup>115</sup>, utilizado no contrato entre o INPE e a CGWIC sobre serviços de lançamento dos dois primeiros satélites e que, até a finalização do segundo lançamento do CBERS-2, não se conseguiu implementar completamente.

Os chineses, mais do que nunca interessados em expandir os lançamentos comerciais por meio dos foguetes nacionais Longa Marcha, declararam não poder aceitar, em nenhuma hipótese, a contratação de terceiros para os serviços de lançamento dos CBERS - 3 e 4<sup>116</sup>.

Durante a visita do ministro Vargas, os chineses manifestaram sua postura favorável à assinatura do Relatório Técnico sobre o Desenvolvimento dos CBERS-3 e 4, abrindo caminho para a posterior assinatura de Protocolo a respeito. No entanto, a delegação brasileira retrucou que se fazia absolutamente necessária a assinatura do Protocolo durante a visita do ministro em razão da exigência legal brasileira de que este fosse aprovado pelo Congresso Nacional para futura liberação orçamentária.

---

<sup>114</sup> Neste momento, o país garantiria o lançamento de mais um satélite e abriria a oportunidade para que a comunidade científica nacional utilizasse o ambiente de microgravidade para a realização de experimentos. Para maiores detalhes, vide Costa Filho & Furtado, 2002.

<sup>115</sup> Neste tipo de esquema, os recursos para o lançamento, utilizados como pagamento à CGWIC pelo Brasil, seriam revertidos em importações de produtos nacionais com conteúdo tecnológico, preferencialmente na área espacial.

<sup>116</sup> Posteriormente, ficou acordado que o lançamento do CBERS-4 será feito pelo Brasil, que poderá fazê-lo a partir do Centro de Lançamento de Alcântara.

Outra dificuldade consistiu na insistência chinesa em que o documento a ser assinado durante a visita do ministro contivesse referência à cooperação para o desenvolvimento de plataforma espacial múltipla para uso em meteorologia e telecomunicações. O lado brasileiro contrapropôs que se criasse documento próprio para tal fim, independentemente daquele relativo aos CBERS-3 e 4, que requeria financiamento específico e aprovação do Congresso para liberação de recursos, observando-se a lei de responsabilidade fiscal vigente no país, segundo a qual uma despesa não pode ser criada sem a identificação da fonte financiadora.

Em relação aos satélites desenvolvidos, em fins de setembro de 1997, terminou-se a montagem da estrutura do FM-1 e, em outubro, começou, na CAST, a fase de integração e testes do satélite, quando ocorreu o recebimento dos equipamentos fabricados sob a responsabilidade do INPE. Em seis meses, esperava-se a conclusão de tal fase e o satélite deveria ser lançado em julho de 1998.

Uma vez concluído o FM-1, o satélite deveria ser transportado para a base de Taiyuan, onde seria submetido, durante três meses, a atividades voltadas para sua integração com o lançador<sup>117</sup>. Caso houvesse atraso no cronograma, as condições meteorológicas da província de Shanxi só permitiriam o lançamento a partir de abril de 1999. Nesta fase de testes, com a presença de representantes do INPE e da CAST, detectou-se uma falha incontornável na câmera CCD, fabricada pelos chineses, sendo indispensável sua substituição imediata. A câmera de varredura de infravermelho estaria funcionando normalmente, assim como o imageador de largo campo de visada (*Wide Field Imager*), este último fabricado no Brasil. Possivelmente, a câmera CCD usada no CBERS-1 foi a projetada para o CBERS-2.

No início de abril, a missão chefiada por Zeng Qinglai visitou o Brasil. Zeng declarou a representantes do MCT, MRE, INPE e FINEP que estariam superados os atrasos com “a finalização, pela China, da câmera infravermelha a cargo da CNSA e a conclusão pelo INPE de subsistemas do modelo estrutural”. O modelo de vôo do CBERS-1 estaria integrado desde 20 de fevereiro, podendo ser lançado em setembro ou outubro do mesmo ano (CRI/INPE). As duas

---

<sup>117</sup> Jornal Vale Paraibano, 06/06/1998.

partes puseram-se de acordo quanto ao texto do Protocolo sobre os CBERS-3 e 4, a ser submetido às respectivas chancelarias para eventuais ajustes finais.

No ano de 1998, o CBERS ganhou um importante reforço, no que se refere à execução do seu orçamento, quando o Governo Federal criou uma linha específica do seu Plano Pluri Anual (PPA)<sup>118</sup>. Em princípio, esta foi a forma encontrada para não atrasar o programa por falta de recursos, porém a manutenção da linha foi um avanço importante e foi, sem dúvida, condicionante ao sucesso que o lançamento trouxe ao programa, no ano seguinte.

O MCT ressaltou que a visita do ministro Vargas estaria vinculada à assinatura do Protocolo, e a parte chinesa aproveitou para convidar o ministro a visitar a base chinesa de foguetes, quando foram apresentadas as datas dos próximos lançamentos. O MCT sugeriu que meados de julho, quando seria lançado satélite de telecomunicações de fabricação francesa, parecia a época mais adequada para a visita.

Em 4 de junho de 1998, o INPE recebeu um comunicado dos chineses solicitando o adiamento do lançamento do CBERS para abril de 1999 e que a decisão formal a respeito deveria ser tomada durante a reunião do JPC, prevista para julho, em Pequim (CRI/INPE). O INPE, embora lamentando o adiamento “devido aos compromissos com a comunidade de usuários”, declarou-se de acordo.

Em 16 de julho, a Embaixada da China em Brasília informou oficialmente ao MCT e ao MRE que o CBERS-1 tivera seu lançamento adiado para julho de 1999, devido a problemas exclusivamente técnicos(CRI/INPE), e aproveitou para esclarecer as mudanças no arranjo institucional do programa chinês.

Segundo informações da embaixada, a nova organização do programa espacial buscou a dissociação com o segmento militar, tendo em vista o interesse dos chineses de que a abertura do seu mercado proporcionasse um aumento nos negócios relacionados ao segmento espacial. Assim

---

<sup>118</sup> O Plano Pluri Anual é um instrumento de planejamento de médio prazo, que normalmente estabelece metas para quatro anos consecutivos, e que busca estabelecer também parâmetros para as ações governamentais. Por meio do cumprimento desses parâmetros, pode-se fazer uma avaliação do andamento dos programas.

as duas instituições anteriores, CAST e GCWIC, continuavam a existir, e outras três foram criadas, conforme exposto no quadro 3.2:

**Quadro 3.2: Novas organizações no sistema espacial chinês - 1998**

Nome	Sigla	Função
China National Space Administration	CNSA	Supervisão, gerenciamento e coordenação dos usos civis das tecnologias espaciais.
China Aerospace Corporation	CASC	Administração dos usos propriamente comerciais das tecnologias geradas na CNSA.
Commission of Science and Technology Industry for National Defense	COSTIND	Gerenciamento de todo o sistema com status ministerial, diretamente subordinada ao Conselho de Estado Chinês.

Fonte: Embaixada da República Popular da China no Brasil

A nova organização burocrática foi aprovada, segundo a embaixada, no IX Congresso Nacional do Povo e separou institucionalmente os usos civis e comerciais da tecnologia espacial de seus usos militares. Neste sentido, a participação dos militares ficaria restrita a COSTIND e a CLTC, sendo a CAST, a CGWIC, a CNSA e a CASC instituições puramente civis.

No âmbito do cronograma do lançamento do CBERS -1, a CAST confirmou o seu adiamento, apresentando como causa um problema de interferência da parte computacional, sob responsabilidade do Brasil, que para o seu perfeito funcionamento deveria ser adaptado ao sistema chinês, o que demandaria um tempo incompatível com a utilização da janela de lançamento de 1998 (CRI/INPE).

O comunicado da CAST previa o mês de julho de 1999 como nova data para o lançamento. A parte chinesa reiterou, também, o interesse em levar adiante o projeto sobre os CBERS-3 e 4, mas enfatizou que antes de qualquer nova iniciativa a respeito, procuraria assegurar-se dos recursos financeiros para a sua implementação.

De 28 a 29 de julho de 1998 ocorreu, na sede da CAST, o décimo JPC. Após reunião do Grupo de Coordenação, de 21 a 27 de julho, com o lado brasileiro chefiado, segundo a ata do encontro, por Carlos Santana, foi entregue à parte chinesa um comunicado do ministro Israel Vargas referente ao adiamento do lançamento do FM-1, no qual manifestava que os problemas técnicos não poderiam comprometer o sucesso da missão. Ademais reiterava que os esforços pelo lado brasileiro se intensificariam para o cumprimento das etapas restantes. O então presidente da CAST, Xu Fuxiang, abriu o JPC fazendo referência à “excellent working cooperation” entre técnicos chineses e brasileiros, mencionando, igualmente, a necessidade de esforços para assegurar a qualidade dos satélites CBERS. O chefe da delegação brasileira respondeu que, se por um lado o adiamento do FM-1 causou certa frustração, por outro, o tempo adicional obtido poderia ser usado, de forma vantajosa, para implementar aperfeiçoamentos nos satélites<sup>119</sup>.

O X JPC registrou ainda que o FM-1 estava recebendo o teste de termo-vácuo, último teste ambiental antes do envio do satélite à base de lançamento. Previu-se que os testes estariam definitivamente concluídos em setembro de 1998, podendo o satélite ser transportado para Taiyuan em maio de 1999, para ser lançado em julho do mesmo ano, conforme comunicado da CAST e do embaixador chinês no Brasil, divulgado meses antes. Em relação ao CBERS-2, devido a grande parte dos equipamentos do CBERS-1 ter sido fabricada em duplicata, decidiu-se que, três meses após o lançamento do FM-1, o *hardware* fabricado na China estaria disponível para envio a São José dos Campos para início da AIT no LIT/INPE. Ainda em 1998, nova reunião do grupo técnico realizar-se-ia no Brasil, com vistas a discutir os aspectos pendentes, inclusive os termos do contrato INPE/CAST sobre a AIT.<sup>120</sup>

Entretanto, os problemas técnicos apresentados na fase de integração e testes eram maiores do que a incompatibilidade de *software* aventada pelos chineses. Naquele momento, o CBERS se encontrava com pelo menos três meses de atraso – segundo informações dos técnicos brasileiros responsáveis pela garantia da qualidade dos componentes, devido a diversos problemas técnicos imprevistos, tais como panes em equipamentos de testes, demora excessiva no transporte de

---

<sup>119</sup> C.F Ata da X JPC.

<sup>120</sup> Idem

equipamentos entre Brasil e China, duração estendida de alguns testes do satélite e a necessidade de reparos em alguns equipamentos e *softwares* nele instalados.

Enquanto se aguardava a parte final para a colocação em órbita do CBERS-1, as indústrias envolvidas no projeto do CBERS-2 continuavam a trabalhar para a finalização de seus componentes. Na parte brasileira já havia se definido que a estrutura mecânica do FM-2 estaria concluída em dezembro de 1998, após esta etapa já haveria condições de iniciar as atividades de integração no INPE.

Quanto ao acordo de continuidade do programa CBERS, a parte chinesa apontou que o momento mais oportuno seria após a completa definição dos novos atores que iram compor o programa espacial chinês, somente assim poderiam assinar o protocolo preliminar. Enquanto isso, as equipes técnicas dos dois países continuariam avançando os estudos para a definição dos novos satélites.

O jornal Gazeta Mercantil, em 7 de abril de 1999, publicou declarações do chefe brasileiro do Grupo Técnico de Engenharia, Luiz Antonio Bueno, segundo as quais o lançamento do FM-1 fora adiado para setembro ou outubro devido a “problemas técnicos com um dos satélites americanos da série *Iridium*, que provocaram acúmulo de lançamentos na base chinesa”.

A mesma matéria atribuiu ao coordenador da área espacial do INPE, Carlos Santana, declaração de que o custo total do CBERS para Brasil e China atingiria o montante de US\$ 400 milhões, muito superior aos US\$ 150 milhões previstos nos acordos de 1988. Segundo a reportagem, oito empresas brasileiras teriam participado do desenvolvimento do satélite: Elebra, Equatorial, Digicon, Neuron, Aeroeletrônica, Tectelcom Aeroespacial, Compsis e Akros Engenharia<sup>121</sup>, e que noventa por cento dos equipamentos do FM-2 já estariam entregues.

Embora não possamos apresentar evidências claras acerca do montante declarado, analisando apenas a parte nacional podemos chegar a números próximo aos divulgados na

---

<sup>121</sup> Em pesquisa de avaliação dos fornecedores nacionais do programa CBERS, realizada nos anos de 2000 e 2001 no Departamento de Política Científica e Tecnológica da Unicamp e coordenada pelo Prof. André Furtado, incluíram-se nesse universo de empresas a Fibraforte e a Mectron, excluindo-se a Compsis e a Akros Engenharia.

reportagem. O fato é que o programa deveria custar US\$ 100 milhões para os chineses e US\$ 50 milhões para os brasileiros; destes, US\$ 35 milhões eram de contratos industriais e US\$ 15 milhões de serviços de lançamento. Analisando a tabela 3.2, construída a partir de dados fornecidos pela Gerência de Contratos do CBERS no INPE, verificamos que os dispêndios do INPE com o CBERS até a data da reportagem (1999) eram de pouco mais de US\$ 100 milhões, aproximadamente três vezes mais do que o previsto até aquele momento; considerando-se que estes gastos correspondem a 27% do total do programa, referente à parte brasileira, o valor total alcança uma marca próxima dos US\$ 400 milhões.

**Tabela 3.2 Orçamento Detalhado do Programa CBERS no INPE**

Ano	RH	Diferença (*)	Outros (Viagens, deleg. chinesa, desp. ind. import.)	Insumos, Equip. e Serv. para INPE	Insumos para Fornecedores	Contratos com Fornecedor Nacional	Outros Exterior	Total do Projeto CBERS (em US\$ mil)
1988/89	890	464	300	150			565	2.369
1990	510	825	250	1.150	690		210	3.635
1991	264	375	280	360	855	900	1.145	4.179
1992	278	24	350	200	1.285	1.330	1.085	4.552
1993	411	2.518	500	530	530	2.323	2.159	8.971
1994	501	808	700	1.700	1.500	6.536	3.356	15.101
1995	810	82	610	1.606	2.990	11.838	10.924	28.860
1996	725	351	1.000	2.710		4.884	4.263	13.933
1997	692	575	1.350	481		4.369	2.225	9.692
1998	802		866	1.356		3.411	3.574	10.009
1999	664		970	960		698	2.822	6.114
2000	625		563	1.040		150	3.639	6.017
2001	587		634	135		185	9.846	11.387
2002	587		638	49		583	93	1.950
2003	573		700	50		1.120	780	3.223
<b>Total</b>	<b>8.919</b>	<b>6.022</b>	<b>9.711</b>	<b>12.477</b>	<b>7.850</b>	<b>38.327</b>	<b>46.686</b>	<b>129.992</b>

Fonte: Gerência de Contratos CBERS/INPE

Observações:

(\*) Coluna "Diferença" = gastos realizados em outras áreas do INPE.

Ademais, o diretor-geral do Departamento de Assuntos Internacionais da CNSA informou que seria mantido o cronograma comunicado anteriormente ao Brasil, isto é, o satélite CBERS-1 seria lançado no terceiro trimestre de 1999.

Os chineses esclareceram que o atraso se deveria não apenas aos problemas técnicos com o *Iridium*, conforme declarou a parte brasileira, mas também à necessidade da China em lançar a segunda versão do satélite meteorológico, Feng Yun (Vento e Nuvem, em português) FY-1, antes da estação de enchentes que começaria em junho, e que, em 1998, seria “a mais devastadora dos últimos cem anos”.<sup>122</sup>

Finalmente, em 14 de outubro de 1999, o primeiro satélite foi lançado na Base de Taiyuan na Província de Shanxi, a 750 Km de Pequim. O Presidente Fernando Henrique, que anteriormente havia declarado o desejo de ir ao lançamento, não compareceu. Entretanto, o lançamento do CBERS-1 foi acompanhado pelo ministro da Ciência e Tecnologia, Ronaldo Sardenberg, pelo presidente da Agência Espacial Brasileira, Luiz Gylvan Meira Filho, pelo diretor do INPE, Márcio Barbosa, além do ex-ministro Israel Vargas e demais autoridades diplomáticas, como o embaixador Afonso Celso Ouro Preto e o ministro Carlos Asfora. O comparecimento de várias autoridades simbolizou a importância que o CBERS possui na cooperação entre os dois países.

Logo após a separação do satélite CBERS-1 do foguete Longa Marcha, a estação de recepção de Nanning na China já estava captando os sinais do satélite, confirmando o sucesso da operação de abertura do painel solar. A primeira passagem sobre o Brasil ocorreu dez horas após o lançamento.<sup>123</sup> Na campanha de lançamento do CBERS-1 trabalharam um total de trezentos e noventa e três técnicos, sendo vinte e um do INPE, duzentos e vinte e dois da CAST, noventa da CGWIC e sessenta do Centro de Taiyuan.

No quadro 3.3, a seguir, reuniu-se as principais características do CBERS-1 e 2, considerando-se que não houve mudanças na engenharia do projeto e sim, como ver-se-á na

---

<sup>122</sup> Para maiores detalhes vide Li, D; Cui, S; Jiao, S (2001).

<sup>123</sup> C.f. informações contidas no site [www.cbbers.inpe.br](http://www.cbbers.inpe.br). Acesso em 07/03/2003.

seção posterior, uma melhoria no desempenho dos equipamentos, após correções radiométricas nas câmeras e melhoria na utilização do sistema de energia.

**Quadro 3.3: Características do CBERS 1 e 2**

<b>Característica</b>	<b>Indicador</b>
Massa Total	1450 kg
Potência Geral	1100 W
Cobertura Global	26 dias
Resolução Espacial Máxima	20 m
Quantidade de faixas espectrais imageadas	9 faixas
Baterias	2 X 30 Ah NiCd
Dimensões do Corpo	1,8 x 2 x 2,2 m
Dimensões do Painel	6,3 x 2,6 m
Altura da Órbita Hélio-Síncrona	778 m
Propulsão a Hidrazina	16 x 1 N; 2 x 20 N
Número de Eixos de Estabilização	3 eixos
Forma da Supervisão de Bordo	Distribuída
Comunicação da TT&C	Em UHF e Banda S
Tempo de Vida (Confiabilidade 60%)	2 anos

Fonte: CBERS/INPE

O Satélite SACI, que voou acoplado ao CBERS, não conseguiu êxito no envio dos dados à Terra. Todos os esforços foram empreendidos para se detectar a possível falha do sistema, sendo dias mais tarde declarado perdido por não obedecer aos comandos da estação em solo.

### **3.6 A consolidação do Programa e o lançamento do CBERS-2 (2000-2003)**

Nos primeiros meses de 2000, os técnicos do INPE e da CAST puderam verificar que os sistemas do CBERS-1 mostraram-se funcionais e que as manobras de controle e o funcionamento dos sensores da carga útil estavam operacionais. Este sucesso proporcionou uma oferta de

imagens de sensoriamento remoto estimulando a criação de uma comunidade de usuários dessas imagens.

Não obstante, como não existia uma estratégia muito clara que contemplasse uma política de comercialização das imagens, os usuários ficaram, no primeiro momento, restritos aos usuários internos do Instituto e muito poucos usuários externos, entre institutos públicos, pesquisadores e instituições privadas. Para reverter esse quadro e propagar uma maior difusão das imagens, teve-se que buscar uma melhoria na qualidade das imagens e um fluxo contínuo das informações.

Sendo assim, e como o período de vida útil do CBERS-1 era de 2 anos, seria necessário um esforço para que o fluxo de imagens não fosse interrompido. As imagens eram captadas por quatro estações: três na China, em Pequim, Nanning e Urungi, e uma no Brasil, em Cuiabá/MT.

Existia um fator que poderia contar tanto contra quanto a favor para o CBERS-2. Como o satélite seria idêntico ao primeiro, os componentes estavam em grande parte concluídos. Por outro lado, caso houvesse um fracasso, ou até mesmo algum tipo de incorreção nos dados do CBERS-1, a solução do problema poderia não ser tão simples.

Neste momento, a parte que estava sendo colocada à prova era a de TT&C, da qual dependem os principais comandos para o controle do satélite, e que, no caso do CBERS-1, deveria ficar sob a responsabilidade do Brasil, por um período de 6 meses. O principal desafio seria o controle do satélite estabilizado em três eixos e com uma configuração completamente diferente dos SCD's.

O sucesso do primeiro CBERS e a conclusão de grande parte do segundo modelo fez com que, em outubro de 2000, fosse anunciada, pelo presidente da Agência Espacial Brasileira, Luiz Gylvan Meira Filho, no 51º Congresso da Federação Internacional de Astronáutica (IAF), realizado no Rio de Janeiro, a conclusão do acordo de extensão da cooperação do programa CBERS para mais dois satélites.

Na verdade, o prolongamento do acordo já havia sido proposto em 1995 e estava sendo costurado desde o ano de 1998, como se observou na seção anterior. Porém, o fato de que, ao final de 2000, o satélite tinha passado com relativo sucesso por todas as etapas para o seu funcionamento foi decisivo para a consolidação da cooperação sino-brasileira. Por fim, o protocolo foi assinado em junho de 2002.

No que se refere aos aspectos operacionais do CBERNS, as partes sob a responsabilidade do Brasil não apresentaram nenhum problema técnico, com exceção do sensor WFI. Muito embora este apresentasse problemas no seu funcionamento já em maio de 2000, comprometendo sua vida útil, isto não interferiu na confiança dos chineses na tecnologia brasileira.

Segundo entrevistas com o representante da empresa Equatorial, responsável pelo sensor, Cezar Ghizoni<sup>124</sup>, e os gerentes do Programa CBERNS, José Raimundo Coelho, e da Engenharia e Tecnologia Espaciais, Carlos Santana, o sensor WFI foi, desde o seu início, considerado um experimento científico, não tendo sido submetido às redundâncias necessárias à garantia do sistema e, portanto, a falha de um dos componentes seria mortal ao sistema, sendo exatamente o que ocorreu.<sup>125</sup> A classificação do sensor WFI como um experimento foi importante para o entendimento da falha.

Como o Brasil ingressou no programa nas fronteiras entre a fase A e B do projeto, a concepção geral e a parte do detalhamento já estavam prontas. Assim, o sensor WFI teve que ser adaptado às configurações existentes, o que poderia ter influência no seu desempenho. Em outras palavras, o CBERNS não havia sido configurado para voar com aquele tipo de equipamento. Novos estudos tiveram que ser feitos para uma compatibilidade maior. Com isso, o referido sensor voará nos modelos 3 e 4, com uma nova configuração.

---

<sup>124</sup> Entrevista Cezar Ghizoni, 2000 apud Furtado e Costa Filho, 2001.

<sup>125</sup> Segundo as avaliações do INPE, em conjunto com a empresa responsável pela WFI (Equatorial), as falhas apresentadas no sensor foram em decorrência de um curto circuito em um componente do sistema de alimentação (Comunicados AEB 23/06/00).

Em novembro de 2000, um grupo de engenheiros do INPE embarcou para a China para participar da reunião técnica para a definição das configurações do terceiro e quarto satélites<sup>126</sup>. As configurações disponíveis para os modelos 3 e 4 foram definidas no termo de ajuste complementar em 2002.

Como modificações na configuração, os CBERS-3 e 4 possuirão quatro câmeras como cargas úteis, são elas: Câmera PanMux - PANMUX, Câmera Multi Espectral - MUXCAM, Imageador por Varredura de Média Resolução - IRSCAM e Câmera Imageadora de Amplo Campo de Visada - WFI - CAM. Esses sensores “deverão ser compostos preferencialmente nas mesmas faixas espectrais do [satélite] anterior, com melhorias nas resoluções espacial, espectral e temporal. Do mesmo modo, o Sistema de Coleta de Dados para o CBERS-3 e 4 deve permitir a continuação do mesmo serviço de coleta de dados instalado nos CBERS-1 e 2.<sup>127</sup>

No quadro 3.4, apresentar-se-á as características básicas dos satélites, conforme aprovação no protocolo do Grupo de Trabalho Conjunto do CBERS-3 e 4.

---

<sup>126</sup> Gazeta Mercantil, Caderno Nacional, p. A.6 em 22/11/00 (Parceria para três novos satélites).

<sup>127</sup> C.F. Descrito no relatório de trabalho da proposta conjunta do INPE e da CAST para as autoridades brasileiras e chinesas, mimeo, 2002.

**Quadro 3.4: Características básicas do CBERS-3 e 4**

<b>Característica</b>	<b>Indicador</b>
Dimensão	Compatíveis com o veículo lançador LM-4
Massa Total	20000 kg (máx)
Potência Geral	1500 W (min)
Cobertura Global (Ciclo de Repetição)	26 dias
Resolução Espacial Máxima	5 m
Quantidade de faixas espectrais imageadas	16 faixas
Registro banda a banda	Melhor que 0,3 pixel
Baterias	2 X 30 Ah NiCd
Dimensões do Corpo	1,8 x 2 x 2,2 m
Dimensões do Painel	6,3 x 2,6 m
Altura da Órbita Hélio-Síncrona	778 m
Propulsão a Hidrazina	16 x 1 N; 2 x 20 N
Número de Eixos de Estabilização	3 eixos
Forma da Supervisão de Bordo	Distribuída
Quantidade de cargas úteis	8 (Câmara PANMUX, Câmara MUXCAM, Câmara IRMSS, Câmara WFI, Transmissores de Dados de Imagens (DT), Gravador da dados digital (DDR), Sistema de Coleta de Dados (DCS), Monitor Espacial Ambiental (SEM))
Comunicação da TT&C	Banda S
Tempo de Vida (Confiabilidade 60%)	2 anos

Fonte: Adaptado do Ajuste Complementar do Acordo de Cooperação entre Brasil e China, 2002.

No CBERS-3 e 4, a câmera WFI terá uma resolução de 73 m em uma faixa de 866 km, e o prazo para completa cobertura no Globo é de cinco dias. Também haverá duas câmeras CCD que permitem imagens com resolução de 20 m numa faixa de 113 km de largura, ideal para o acompanhamento de fenômenos de pequena extensão, tais como desmatamento e queimadas. A segunda câmera CCD terá uma resolução de até cinco metros.

Como discutido em protocolos anteriores, o início da AIT no Brasil do FM-2 foi referendado por um protocolo assinado em julho de 2000<sup>128</sup>. Por possuir uma estrutura mais

<sup>128</sup> Brasil e China montarão satélite. Jornal do Brasil Cad.Ciência p.12 em 20/07/00.

integrada do que os laboratórios chineses, onde as tarefas de integração eram feitas, além do aprendizado para o INPE na tarefa, a AIT no Brasil significou uma economia de tempo de seis meses em razão de todos os testes serem feitos em um único lugar, ou seja, no LIT. (Entrevistas José Iram, Luiz Bueno, Clovis Solano: 2003).

Ainda em fevereiro de 2001, testes feitos no Brasil, no LIT, de vibração, choque, interferências eletromagnéticas e variações de temperatura, propriedades de massa e características mecânicas constataram problemas técnicos no CBERS-2<sup>129</sup> que provocariam um adiamento em seu lançamento. A previsão inicial era de que o lançamento ocorresse exatamente dois anos após o primeiro, em outubro de 2001. No entanto, pela urgência na definição de um cronograma, ficou decidido, naquele momento, que o lançamento ocorreria em maio de 2002<sup>130</sup>. Segundo o coordenador do Projeto, José Raimundo Coelho, "a fase de montagem, integração e testes do satélite [deveria] ser concluída no final de outubro, época em que as condições climáticas na China são desfavoráveis ao lançamento. Depois de monitorar o satélite fora da China, precisaríamos ainda de mais dois meses para realizar os testes finais com o lançador"<sup>131</sup>, tendo a decisão que ser referendada na JPC seguinte.

No aspecto prático, os testes realizados no LIT, bem como sua função para o CBERS 2, são descritos no quadro 3.5, a seguir:

---

<sup>129</sup> O país testa segundo satélite de imagens – O Globo cad. Ciências e Vida, p.36, em 10/02/01.

<sup>130</sup> Satélite adiado para 2002 – Jornal de Brasília, p. A.12, em 25/02/2001.

<sup>131</sup> Satélite chinês passa ao controle do Brasil – Gazeta Mercantil – SP, p. A.9, em 05/03/01.

### Quadro 3.5: Descrição dos Testes Realizados no CBERS-2 no LIT

Tipo de Teste	Objetivo
Simulação do voo	Reproduzir as condições de lançamento e do ambiente em órbita
Testes de termo-vácuo	Verificar a resistência dos sistemas do satélite às condições do ambiente espacial
Vibração	Simular as condições de lançamento
Elétrico	Verificar a compatibilidade dos sistemas e o seu funcionamento
Massa	Verificar se os componentes do satélite terão a durabilidade prevista

Fonte: LIT

Obs: Termo-Vácuo – o satélite é submetido às oscilações de temperatura durante o tempo em que ficará em órbita e na ausência de gravidade.

Na décima primeira reunião do JPC, as partes concordaram com o adiamento do lançamento, ficando acordado que, após a revisão dos sistemas, haveria uma nova definição no cronograma da Missão. Na reunião, também foram avaliados o bom funcionamento dos sistemas do CBERS-1 e os principais componentes críticos como, por exemplo, se as baterias e o combustível seriam suficientes para garantir uma vida útil maior ao satélite. Decidiu-se, também, que o satélite deveria voltar à China o quanto antes para a realização dos testes finais.

A reunião também serviu para aprovar o satélite chinês que iria como *piggyback* no lançamento do CBERS-2. Como o CBERS-1 levou o SACI-1, de propriedade brasileira, os chineses teriam o direito de utilizar o espaço para injetar em órbita o seu “carona”. O satélite chinês, denominado de Chuang Xing-1<sup>132</sup> (inovação-1, em português), era de propriedade da Chinese Academy of Sciences (CAS), que na época era presidida por Jiang Mianheng, filho mais velho do Presidente Chinês, Jiang Zemin.

---

<sup>132</sup> Chuangxin-1 (ou Inovação -1) é um satélite utilizado pelos chineses na área de telecomunicações em órbita baixa. Para maiores detalhes vide <http://www.astronautix.com/country/china.htm>.

Em março de 2001, segundo acordado, o Brasil assumiu o controle do CBERS-1. O controle foi feito por um período de seis meses, o que correspondia a 25% da vida útil do satélite. O saldo é a capacitação do Brasil no controle total dos equipamentos e sistemas de um grande satélite de sensoriamento remoto. Como o primeiro satélite teve uma vida útil superior a dois anos, novamente no início de março de 2002, o controle do CBERS-1 voltou novamente para o Brasil.

O INPE realizou uma manobra de ajuste de órbita, que é realizada periodicamente. A ocorrência de tempestades magnéticas, que se intensificam com as atividades do sol, tende a provocar o “decaimento” da órbita do satélite. A queda de altitude pode interferir na obtenção contínua de imagens de toda a superfície da Terra, deixando de registrar dados sobre algumas regiões do planeta. Para que o satélite volte à órbita normal, é necessário que o propulsor seja acionado por meio de telecomando enviado de estação terrena. No caso do CBERS-1, o propulsor teve que entrar em funcionamento por sete segundos, tempo médio para a correção da órbita, consumindo 70g de Hidrazina – o combustível do satélite, corrigindo em 20 metros a altitude do satélite. A manobra foi bem sucedida demonstrando a capacitação do INPE no controle do satélite em situações críticas.

Após a ida do CBERS-2 para a China e a realização de novos testes para verificar se as falhas identificadas nos testes brasileiros tinham sido equacionadas, dois outros eventos técnicos acarretaram um novo adiamento no lançamento.

O primeiro evento foi o incêndio no laboratório chinês, numa sala ao lado de onde se encontrava o CBERS. Levantou-se a suspeita, na ocasião, de uma possível contaminação de componentes do satélite por gases tóxicos expelidos no incêndio. O processo de revisão dos componentes deve obedecer a uma metodologia internacional. Ademais, o problema também acarretou a necessidade de um grupo de técnicos do INPE se deslocar à China no intuito de auxiliar no processo.

Uma vez sanado este problema, o satélite foi para a base de lançamento para iniciar o processo de integração ao foguete e a realização de testes finais. Nesse momento, dois componentes eletrônicos, instalados no corpo do satélite, apresentaram falhas. Os capacitores

eram da parte de potência do satélite, do *Power Supply System*, de responsabilidade dos brasileiros. O problema, detectado durante os testes de funcionamento dos sistemas na base de lançamento, em Taiyuan, na China, ocasionou uma troca de todo o conjunto das peças.

Como agravante, os componentes de responsabilidade da parte brasileira eram importados da França, o que demoraria aproximadamente quatro meses para a substituição completa. Nesse momento, nos fins de 2002, não haveria mais possibilidade de lançamento naquele ano, nem tampouco no primeiro semestre de 2003, tendo em vista que não havia “janelas de lançamento” na base chinesa. O lançamento foi então postergado para o segundo semestre de 2003<sup>133</sup>.

O INPE iniciou um esforço para a entrega dos componentes até maio de 2003, a fim de que não houvesse atraso no cronograma. O satélite ficaria na China, à espera dos componentes, onde seriam realizados testes de manutenção. Entretanto, uma epidemia de Pneumonia Asiática (SARS) assolou a China no primeiro semestre de 2003, o que, segundo o gerente do programa CBERS, Jânio Kono, acarretou uma diminuição da equipe técnica brasileira na China, provocando um atraso médio de 60 dias no cronograma (Entrevista, 2004). Ademais, os técnicos, sob recomendação das autoridades sanitárias chinesas, ficaram enclausurados no hotel durante vários dias. Não houve trabalhos nos fins de semana, o que não era costume, para não aumentar o nível de estresse da equipe e, por conseguinte, diminuir as defesas orgânicas dos técnicos.

Paralelamente, um outro momento de contrariedade ocorreu quando, em maio de 2003, o CBERS-1 deixou de funcionar. Se por um lado, o satélite previsto para ter uma vida útil de dois anos obteve um tempo de vida quase duplicado, dada a iminência do lançamento do CBERS-2, bem como o prolongamento da cooperação, por outro, era patente o desconforto quanto à interrupção do fluxo de imagens para os usuários. China e Brasil iniciaram esforços para que, neste momento, o segmento de usuários fosse atendido. Foi então promovido um *workshop* na China com potenciais usuários do CBERS-2, com a participação da OBT (INPE).

---

<sup>133</sup>Satélite Brasileiro sobe só em 2003 – Jornal de Brasília, p.13, Cad. Ciência, em 17/09/2002.

Finalmente, em julho de 2003, o JPC deu o aval técnico para o CBERS-2, autorizando os procedimentos para o lançamento, que deveria ocorrer em outubro. A ata do encontro registrou que se reconheciam os esforços brasileiros para a entrega dos componentes.

Em 21 de outubro de 2003, o CBERS-2 foi lançado. O sucesso da missão foi semelhante ao anterior. Entretanto, ressalta-se que o primeiro lançamento, marcado como um momento político importante nas relações internacionais entre Brasil e China, recebeu o acompanhamento das maiores autoridades na área, como o embaixador do Brasil na China, o ministro da Ciência e Tecnologia, o presidente da Agência Espacial Brasileira, o diretor do INPE, entre outros. Já no segundo lançamento, nenhum deles participou do evento. O INPE enviou em representação o então diretor de Engenharia e Tecnologia Espacial, Leonel Perondi. A Agência Espacial Brasileira não mandou representante oficial nem tampouco o Ministério da Ciência e Tecnologia. A diferença é que, em quatro anos, todos os dirigentes das Instituições participantes do primeiro lançamento foram substituídos; provavelmente creditaram o CBERS ao antecessor ou até mesmo buscaram minimizar a importância política do lançamento.

No que se refere aos usuários das imagens do CBERS-2, destaca-se os esforços das equipes para a realização de um *workshop* no Brasil com usuários nacionais, proposto pelo INPE e realizado na cidade de Natal/RN, dias após o lançamento (22 a 25 de outubro) para estimular o uso das imagens.

Por fim, como último evento do ano de 2003, foi estabelecida a programação dos lançamentos dos satélites CBERS-3 e 4, com a previsão para 2007 e 2009, respectivamente<sup>134</sup>, identificando-se que se fazia necessário pensar sobre um satélite intermediário, denominado de CBERS-2B para que a comunidade não ficasse mais uma vez sem um fluxo contínuo de imagens. Entretanto, estes novos eventos não serão objeto de análise ou de descrição por estarem fora do escopo do objeto descrito no início deste capítulo.

---

<sup>134</sup>C.f. [http://www.inpe.br/gestao/programas\\_acoes20042007.htm](http://www.inpe.br/gestao/programas_acoes20042007.htm), visitado em 21/11/2003

## **Comentários Finais**

Este capítulo buscou apresentar a evolução histórica da cooperação Brasil-China e a sua convergência para o programa CBERS. Adotamos, como pano de fundo, a categorização feita nos capítulos 1 e 2, onde identificamos a cooperação sino-brasileira como bilateral entre países em desenvolvimento e estabelecemos o perfil da cooperação brasileira no panorama da cooperação internacional nos programas espaciais.

Viu-se, no decorrer do capítulo, que a aproximação entre o Brasil e a China foi um processo que se iniciou na esfera política, com as posições coincidentes em temas na ONU. Posteriormente, os países envidaram esforços para restabelecer relações diplomáticas. As relações foram oficialmente restabelecidas no ano de 1974, com a embaixada brasileira em Pequim entrando em funcionamento no ano seguinte.

O restabelecimento de relações diplomáticas com a China foi também identificado como uma contribuição do governo Geisel (1974-1979) na mudança dos rumos das parcerias bilaterais do Brasil com o resto do Mundo. A China foi então identificada como um potencial parceiro na Ásia, com grandes potencialidades para o incremento do comércio internacional com o Brasil, que tradicionalmente elegera o Japão para este papel no continente.

O aumento no volume de negócios foi exponencial, a tal ponto que, no início dos anos oitenta, o Brasil já era o principal parceiro comercial latino-americano da China. Paralelamente, por iniciativa chinesa, foram iniciados entendimentos para a assinatura de um acordo de cooperação na área de C&T, ainda sem uma clara definição para o segmento espacial.

A assinatura do acordo de cooperação em C&T, no ano de 1982, foi um marco na cooperação entre os dois países. Em que pese as diferenças entre os sistemas de governo entre

Brasil e China, ambos os países identificaram oportunidades de cooperação que eram bem maiores que qualquer restrição que os sistemas políticos pudessem impor às partes envolvidas.

Os chineses então sinalizaram com a possibilidade de cooperação no setor espacial, sem ainda, naquele momento, definir uma área específica. Internamente, as instituições pertencentes ao programa espacial brasileiro (INPE e CTA) buscavam identificar oportunidades para a cooperação com a China. Logo de início, os chineses identificaram como área carente e, potencialmente interessante, a de sensoriamento remoto. Entretanto, viu-se que os militares tentaram, algumas vezes, a inclusão da área de lançadores na cooperação, visto que os chineses lograram um grande sucesso no segmento.

No início dos entendimentos para uma cooperação mais ampla no segmento de lançadores, esta foi descartada, sendo que um dos motivos alegados para não se cooperar na área foi o de que esta pertencia ao segmento militar no Brasil. Ademais, o Brasil possuía uma capacitação na área de recepção de imagens que interessava aos chineses. Isto posto, podemos concluir que desde o seu nascedouro, os chineses possuíam uma idéia muito mais clara sobre as potencialidades da cooperação com o parceiro.

As negociações evoluíram e , posteriormente, estabeleceu-se a definição de cooperação com o INPE. Foi então formalizado um grupo de trabalho com representantes das instituições envolvidas a fim de que se pudesse definir a divisão de responsabilidades, tanto em termos dos custos envolvidos, quanto dos sistemas e subsistemas a serem desenvolvidos por ambas as partes.

O acordo é considerado, até o momento, um dos principais no campo da cooperação internacional entre países em desenvolvimento que teve o seu objetivo concluído. Este acordo deu início ao Programa CBERS e foi assinado em decorrência da visita oficial do Presidente José Sarney à China em 1988. Este documento, sem dúvida, sinalizou uma nova etapa nas relações diplomáticas entre os dois países.

Apesar da sua importância para a política espacial brasileira, o Programa CBERS sofreu nos três anos seguintes com cortes orçamentários e com as indefinições sobre os rumos que a

política de C&T tomaria. Nesse momento, o programa foi praticamente abandonado pelo governo brasileiro, restando ao corpo diplomático e aos esforços pessoais de alguns técnicos do INPE a manutenção das conversas com a parte chinesa, a fim de manter ainda a possibilidade de uma retomada, assim que os problemas políticos e financeiros pudessem ser solucionados.

O início do Governo Itamar Franco e o compromisso na retomada da cooperação, aliado ao sucesso na operação do satélite brasileiro SCD-1, proporcionaram à cooperação novos contornos. Este novo combustível foi também fundamental na hora em que o país buscou renegociar melhores condições contratuais, mesmo estando inadimplente em seus compromissos.

Neste contexto, vale ressaltar os esforços do INPE para garantir o controle de órbita dos satélites (CBERS-1 e 2), a realização das atividades de integração de testes do CBERS-2, a possibilidade do lançamento de um satélite "carona" (o SACI) juntamente com o CBERS-1, além da inserção de uma cláusula que previa que os recursos destinados ao programa por parte do Brasil deveriam ser revertidos em bens e serviços na área espacial, na forma de contratos de *offset*.

No que se refere ao controle do satélite, o desafio era o de controlar a órbita e estabilizar um satélite em três eixos pesando uma tonelada e meia, diferentemente dos satélites nacionais que possuíam um peso de 100 kg e giravam em torno do seu próprio eixo, considerados bem mais simples para operar.

No tocante à realização das tarefas de AIT no Brasil, esta foi muito importante para qualificar a equipe e o Laboratório de Integração e Teste (LIT) do INPE na realização de grande parte dos testes necessários para o funcionamento do satélite.

A evolução das relações entre Brasil e China proporcionou o aditamento da cooperação. Mesmo antes do lançamento do primeiro CBERS, as partes iniciaram entendimento para o prolongamento da cooperação. No primeiro momento, a divisão de responsabilidades ficou em 30% para o Brasil e 70% para a China. Como prova do aumento na confiança do parceiro

brasileiro, foi proposto que um novo acordo deveria ser estabelecido sob as bases de 50% para cada parceiro nos CBERS-3 e 4.

Os componentes brasileiros foram concluídos no final de 1996, depois de atrasos ocasionados pela falência da principal contratada do INPE, a ESCA, e a substituição desta pela FUNCATE no papel de *prime contractor*. A utilização deste mecanismo favoreceu a continuidade do programa no lado brasileiro.

O primeiro satélite foi colocado em órbita três anos depois, dado a uma grande quantidade de imprevistos no cronograma inicial, sendo que os principais foram os problemas com componentes chineses, o que ocasionou um retrabalho em alguns sistemas e a falta de janelas de lançamento na base chinesa.

O satélite lançado em 1999 foi um marco nos 25 anos do restabelecimento das relações diplomáticas entre os dois países, processo acompanhado pelos principais dirigentes, tanto do lado brasileiro quanto do lado chinês. O evento foi considerado pelos chineses, no ano de 2000, como a sexta maior conquista do seu programa espacial que remonta aos anos sessenta.

Logo nos primeiros meses em órbita, o CBERS-1 apresentou defeito em um dos seus sensores: a câmera de responsabilidade do Brasil, WFI, que havia sido embarcada como um experimento científico e sem as redundâncias necessárias para suportar uma eventual falha nos sistemas. Assim, como o CBERS-2 deveria ser uma cópia do CBERS-1, os técnicos brasileiros e chineses trabalharam para a correção dos principais problemas verificados em alguns componentes do satélite, sobretudo aqueles voltados à calibração dos sensores e à correção de problemas de potência.

Apesar dos problemas, o primeiro satélite teve a sua vida útil esperada praticamente dobrada. No entanto, os usuários ficaram quase seis meses sem imagens do CBERS. O lançamento do CBERS-2 ocorreu em torno de quatro anos depois do primeiro lançamento, tendo também logrado êxito. No aspecto político, embora a história da cooperação sino-brasileira tenha

sido marcada por avanços e retrocessos e um grande atraso nos cronogramas, o Programa CBERS foi considerado um avanço nas relações entre os dois países.

Por fim, complementarmente a esta análise, um outro aspecto importante na consecução de programas em cooperação tecnológica é o desenvolvimento de mecanismos institucionais que favoreçam a absorção de tecnologias e o aprendizado com o parceiro. Ambas as questões serão objeto de análise nos capítulos seguintes deste trabalho.

## **CAPÍTULO IV:**

### **O Programa CBERS e seu o Impacto no Aprendizado Organizacional do INPE**

#### **Introdução**

Ao se avaliar um programa de cooperação internacional na área tecnológica da envergadura do programa CBERS, nos deparamos com uma variada quantidade de enfoques. Dentre eles, os que privilegiam as dimensões política e tecnológica. Nos capítulos anteriores, desenvolvemos o arcabouço teórico voltado para a cooperação internacional, a metodologia de gestão de programas espaciais e o aprendizado tecnológico, bem como o relato, em perspectiva histórica, da cooperação internacional na área espacial a fim de se estabelecer os parâmetros da cooperação sino-brasileira, com ênfase no programa CBERS. O objetivo dos capítulos, em conjunto, foi apresentar a dimensão política, voltada ao escopo das relações sino-brasileiras, o que consideramos como o primeiro passo para o estabelecimento de parcerias estratégicas na área tecnológica.

Assim, podemos identificar, nos capítulos anteriores, que o programa está inserido em uma perspectiva de cooperação bilateral do tipo sul-sul e é considerado um dos importantes marcos na consolidação de parcerias tecnológicas entre os dois países. O momento do acordo poderia ser considerado a terceira etapa no refinamento das relações, posterior ao restabelecimento das ligações diplomáticas e ao encaminhamento de missões comerciais bilaterais. Assim, já no início da década de oitenta, quando o programa tecnológico foi proposto, as relações diplomáticas já se encontravam relativamente sedimentadas.

A cooperação internacional foi também encarada como alternativa ao programa da MECB. Implementada no final dos anos setenta, a MECB sofria com o problema de gestão de suas atividades, sobretudo pelo caráter bi-institucional: O INPE, civil, e o CTA, militar, além das dificuldades tecnológicas que afetavam a parte militar, em maior escala do que a civil. Dentro do

programa, era patente que os dois primeiros satélites estariam praticamente concluídos no fim dos anos oitenta, e que existia uma pressão dos militares para que este prazo fosse artificialmente atrasado (Tapia, 1995), a fim de que o programa militar do VLS fosse concluído e, assim, o lançamento do SCD-1 fosse feito pelo veículo brasileiro.

A continuidade do programa nacional de satélites contemplava o desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto, e o estabelecimento da cooperação com os chineses, poderia, à **primeira vista**, ser uma alternativa na superação dos entraves tecnológicos dos satélites SCD's.

Entretanto, a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), vinculada ao Estado Maior das Forças Armadas (EMFA) e gestora do programa MECB, não entendeu o programa dessa forma, pois uma cooperação seria uma afronta aos planos nacionalistas numa área tão sensível como a de satélites. Os desentendimentos políticos se sucederam, e a direção do INPE, na pessoa do Dr. Marco Raupp, empenhou esforços para que os recursos do Programa fossem desvinculados da COBAE e viessem diretamente ao Instituto via Ministério das Relações Exteriores, já que o CBERS era um programa diferente. “Internamente no INPE, o Programa CBERS também encontrou resistências internas, em face da falta de integração e até mesmo do clima de rivalidade entre as equipes da MECB e do CBERS”. (entrevista Jânio Kono, 2003).

A falta de uma integração melhor, devido aos problemas políticos relatados no capítulo anterior relacionados à dimensão macro, certamente contribuiu para a diminuição dos ganhos que o INPE teria com a cooperação internacional.

Não obstante a esta importante dimensão – a política, o trabalho pretende avançar também na dimensão organizacional. Neste contexto, o enfoque a ser analisado é o do impacto organizacional do INPE, derivado da cooperação com os chineses. Para tanto, pretende-se ao longo deste capítulo avaliar o que denominamos de dimensão meso a partir dos argumentos apresentados nos capítulos anteriores.

A forma pela qual o programa foi organizado, nos aspectos da sua gestão e no desenvolvimento de tecnologias críticas, bem como o grau de interação entre brasileiros e

chineses, teve reflexos sobre o aprendizado do INPE. O esforço deste capítulo se concentra na classificação dessas etapas, atentando para a metodologia de desenvolvimento de programas espaciais a fim de que seja construído um quadro de referência que orientará a análise da pesquisa de campo apresentada no capítulo seguinte.

Por oportuno, este capítulo pretende avançar no aspecto metodológico da tese, buscando a integração dos conceitos relativos à organização de uma Missão Espacial, a fim de analisar o impacto que esta teve na dimensão organizacional do INPE. Adotamos como premissa que a dimensão organizacional é fundamental para se alcançar os objetivos previstos quando levamos adiante um projeto espacial. Como forma de atender a estes requisitos, o presente capítulo foi organizado em cinco seções, além da presente seção introdutória. Na primeira seção é apresentada uma metodologia de gestão de programas espaciais, como forma de oferecer um suporte para análise dos aspectos organizacionais. Na segunda seção, são analisadas as aplicações desta metodologia para o programa CBERS executadas no INPE. Na terceira seção, são analisados os impactos do CBERS na mudança organizacional do INPE a partir do novo arranjo institucional implantado no país, na segunda metade da década de oitenta, com a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Na quarta seção, a análise da mudança organizacional é baseada na compilação dos dados da pesquisa de campo. Na última seção, são feitos os comentários finais.

#### **4.1 A Metodologia de Execução de Programas Espaciais**

Os projetos que envolvem algum tipo de inovação tecnológica estão fortemente amparados no domínio de conhecimentos críticos intangíveis, dada a subjetividade dos processos e o desconhecimento *ex-ante* dos resultados a serem alcançados.

No tocante aos projetos espaciais, o domínio dos conhecimentos críticos ao processo de inovação tecnológica relaciona-se, sobretudo, às características das missões espaciais, em que um objetivo de missão bem como suas configurações são distintos dos demais; em outras palavras, as

missões espaciais lidam com tecnologias e artefatos bastante específicos. E as missões espaciais que utilizam instrumentos de cooperação internacional como forma organizacional possuem uma complexidade ainda maior, em face da existência de custos de transação mais altos do que aqueles presentes em projetos desenvolvidos sem vinculação de terceiros, tornando, assim, a realidade ainda mais complicada e os esforços para o sucesso da missão bem como o aprendizado tecnológico com o parceiro, ainda maiores.

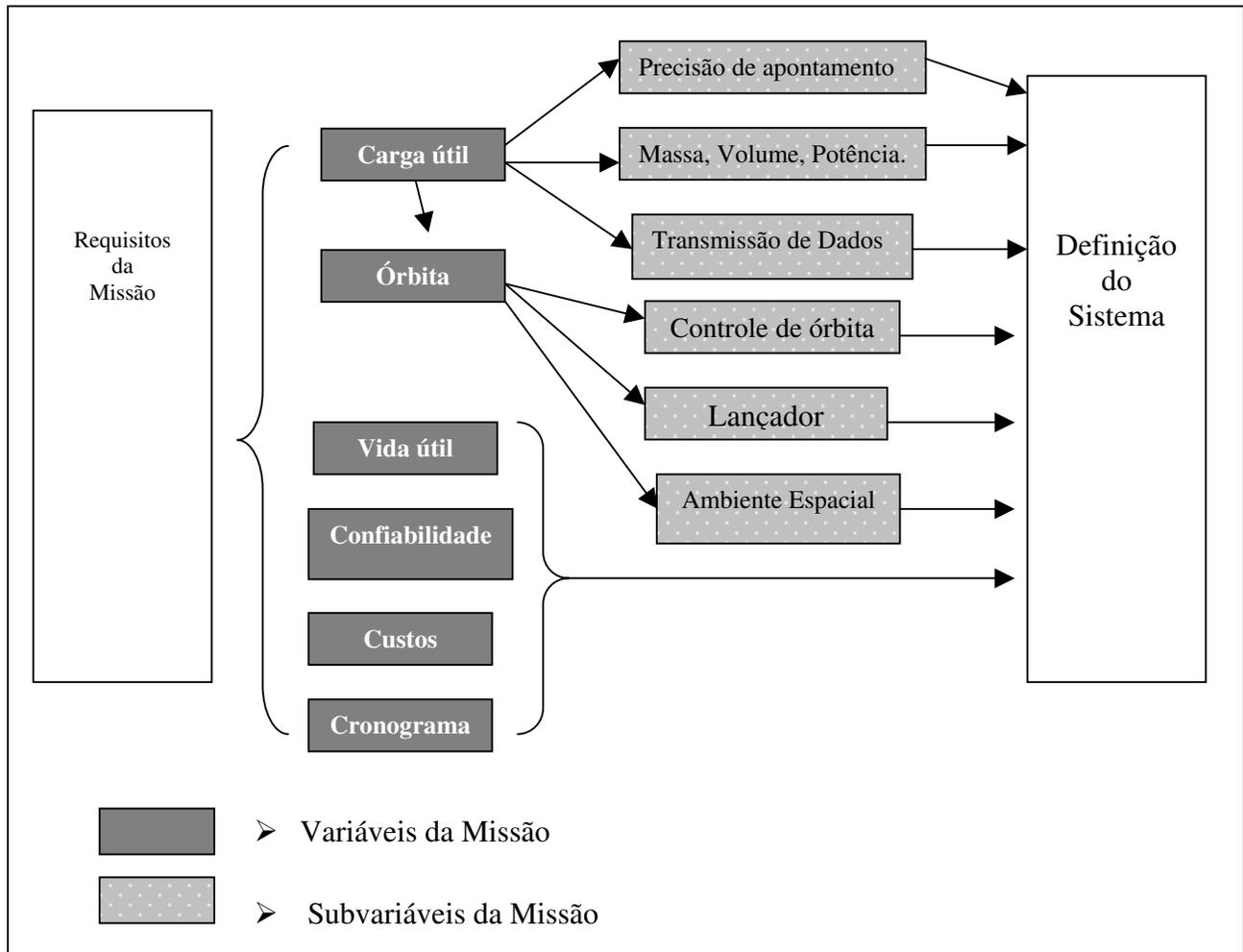
No caso de cooperação onde existe a necessidade de esforços para o desenvolvimento conjunto de tecnologias críticas, faz-se necessário, por exemplo, o desenvolvimento e a manutenção de mecanismos de aprendizado, ao passo que, nem sempre, a transmissão dos conhecimentos críticos da missão entre os parceiros é codificada.

No que se refere ainda ao aspecto organizacional, é importante ressaltar que um artefato espacial é composto por um grande número de componentes, que são produzidos por diversos fornecedores e, em casos como a cooperação com os chineses no programa CBERS, nem sequer no mesmo país. O aspecto organizacional é peça fundamental para o sucesso no arranjo institucional das partes cooperadas.

Ademais, dada a complexidade dos sistemas espaciais, existe a necessidade de uma divisão do satélite em sistemas ou segmentos para o melhor gerenciamento dos pontos críticos. No caso em tela, os sistemas espaciais são selecionados a partir da definição dos requisitos da missão.

Neste contexto, os requisitos da missão estão voltados, basicamente, para seis variáveis: carga útil, órbita do satélite, tempo de vida, confiabilidade, custos e cronograma da missão. Estas variáveis se desdobram em outras subvariáveis, conforme apresentamos na figura 4.1 a seguir:

**Figura 4.1: Interfaces entre os Requisitos da Missão e a Definição dos Sistemas Espaciais**



Fonte: Adaptado de Carvalho (2004).

Além das seis variáveis supracitadas e identificadas como críticas para a determinação dos requisitos da missão, convém chamar atenção também às subvariáveis descritas na figura 4.1, sobretudo à relacionada ao ambiente espacial.

No tocante ao ambiente espacial, um dos fatores que mais influenciam a órbita do satélite, descrita como sub-variável, existe uma grande quantidade de efeitos físicos e químicos a serem

considerados em sua análise<sup>1</sup>. Essa influência pode ser verificada quando são feitas manobras de correção de órbita para o aproveitamento da energia solar para o sistema de potência dos satélites. Segundo Carvalho (2004), via de regra, o ambiente espacial, bem como as variáveis mais representativas que compõem um modelo de tomada de decisão, exige a observação de:

1) Atmosfera: nome genérico de todas as camadas de gases que envolvem a Terra com, aproximadamente, quatrocentos e oitenta quilômetros de espessura<sup>2</sup>. Os satélites, no que se refere à sua órbita, são subdivididos em: de órbita baixa, média e alta, variando em função da aproximação do satélite ao globo terrestre<sup>3</sup>. Existe, desta maneira, uma necessidade de adequação entre a camada atmosférica e a órbita do satélite.

2) Campo Magnético: Neste caso, dada a aplicação na área de satélites, entendemos o campo magnético como sendo, na verdade, geomagnético. Este campo geomagnético envolve a Terra com linhas de fluxo – passando pelos pólos Norte e Sul – e é gerada pela interação do núcleo terrestre e o meio externo, estando submetida à força da rotação. Nesta relação, a órbita do satélite pode ser:

---

<sup>1</sup> É importante ressaltar que as variáveis ambientais na Terra possuem um grau de subjetividade, ao passo que não há como prever todos os fenômenos climáticos e colocá-los num modelo para geração de informações de apoio à decisão. Esta subjetividade é potencializada, algumas vezes, quando estamos lidando com o ambiente espacial.

<sup>2</sup> A divisão da atmosfera dá-se da seguinte forma:

a) Troposfera: composta pela região mais baixa da atmosfera da Terra. Sobre a Terra ela vai do nível do chão, ou do "nível do mar", existindo variações conceituais sobre a sua altura, entre 12 a 17 km. Na troposfera, a temperatura geralmente diminui à medida que a altitude aumenta. O clima e as nuvens se formam na troposfera. Na troposfera são desenvolvidas algumas das atividades de sensoriamento remoto por meio de fotos tiradas de um avião especial (aerofotogrametria).

b) Estratosfera: é a camada atmosférica entre a troposfera e a mesosfera. A estratosfera se caracteriza por um ligeiro aumento de temperatura com o aumento de altitude e pela ausência de nuvens. A estratosfera se estende entre 17 e 50 km acima da superfície da Terra. A camada de ozônio da Terra está localizada nesta região. O ozônio, um isótopo do oxigênio, é crucial para a sobrevivência dos seres vivos na Terra. A camada de ozônio absorve uma grande quantidade da radiação ultravioleta proveniente do Sol impedindo-a de atingir a superfície da Terra. Somente as nuvens mais altas, os *cirrus*, *cirroestratus* e *cirrocúmulos*, estão na estratosfera inferior.

c) Mesosfera: é a camada atmosférica entre a estratosfera e a ionosfera. A mesosfera é caracterizada por temperaturas que rapidamente diminuem à medida que a altitude aumenta. A mesosfera se estende entre 17 a 80 km acima da superfície da Terra.

d) Ionosfera: é uma das camadas mais altas da atmosfera da Terra. A ionosfera começa a cerca de 70-80 km de altura e continua por até cerca de 640 km. Ela contém muitos íons e elétrons livres (plasma). Os íons são criados quando a luz do Sol atinge os átomos e arranca alguns elétrons. A ionosfera está localizada entre a mesosfera e a exosfera. Ela é parte da termosfera. As auroras ocorrem na ionosfera.

e) Exosfera: é a camada mais externa da atmosfera da Terra. A exosfera vai de aproximadamente 640 km de altura até cerca de 1280 km. A camada mais inferior da exosfera é chamada de "nível crítico de escape", onde a pressão atmosférica é muito baixa, uma vez que os átomos do gás estão muito espaçados, e a temperatura é muito baixa.

<sup>3</sup> As órbitas dos satélites são divididas em baixa (até 2.000km), média (de 2.000 km até 35.786 km) e alta (acima dos 35.786 km).

- a) **Polar:** contempla o movimento de circunscrição da Terra pelos pólos, a exemplo do CBERS;
- b) **Geoestacionária:** em que a aceleração do satélite é semelhante à da Terra, fazendo com que o satélite cubra sempre a mesma parte do globo, a exemplo dos satélites de telecomunicações *Brasilsats*;
- c) **Equatorial:** utiliza como órbita a faixa compreendida pela linha do Equador, a exemplo dos satélites SSR's da MECB, em fase de implementação.

3) Campo Gravitacional: região do espaço na qual um corpo maciço exerce uma força de atração sobre qualquer outro corpo maciço. Esta ação é sentida por todos os seres humanos em relação à Terra. A ação da gravidade, por exemplo, pode atrair o satélite para a Terra.

4) Radiação: consiste na emissão de energia por meio de ondas ou partículas. Os principais tipos de radiação por ondas são: infravermelha (base para a câmera IR-MSS do CBERS), raios X, raios gama, ultravioleta e ondas de rádio. Os principais exemplos da radiação por partículas são elétrons, prótons, núcleos atômicos e neutrinos, além das radiações *alfa* e *beta*.

5) Sol: A influência do sol se dá por sua força de atração sobre a Terra e pela produção de radiação (radiação solar), que também influenciam na arquitetura do satélite, sobretudo nos sistemas de energia, à medida que são utilizados painéis solares nos satélites para armazená-la.

6) Meteoritos: As tempestades de meteoritos ocorrem com certa frequência e os impactos destes nos corpos dos satélites são inevitáveis, o que exerce influência na seleção dos materiais que compõem a estrutura do satélite.

7) Plasma: Por ser um gás altamente ionizado e constituído por elétrons e íons positivos livres, sua carga elétrica é nula, podendo acarretar reações nucleares. A composição do plasma também pode interferir nas comunicações do satélite.

As demais subvariáveis da missão estão associadas a quatro segmentos. O segmento lançador corresponde, na figura 4.1, à subvariável com a mesma denominação. O segmento satélite corresponde às subvariáveis relacionadas à precisão de apontamento: massa, volume e potência. O segmento solo corresponde às subvariáveis transmissão de dados e controle de órbita. Por fim, o segmento usuários é preponderante para a definição das variáveis: vida útil, confiabilidade dos sistemas, custos e cronograma da missão. A necessidade desta divisão não deixa de ser uma forma de simplificar os procedimentos da missão, mas possui, implícita, uma necessidade de controle e especialização e de um gerenciamento melhor em cada um dos segmentos. A divisão por segmentos se processa da forma apresentada no quadro 4.1.

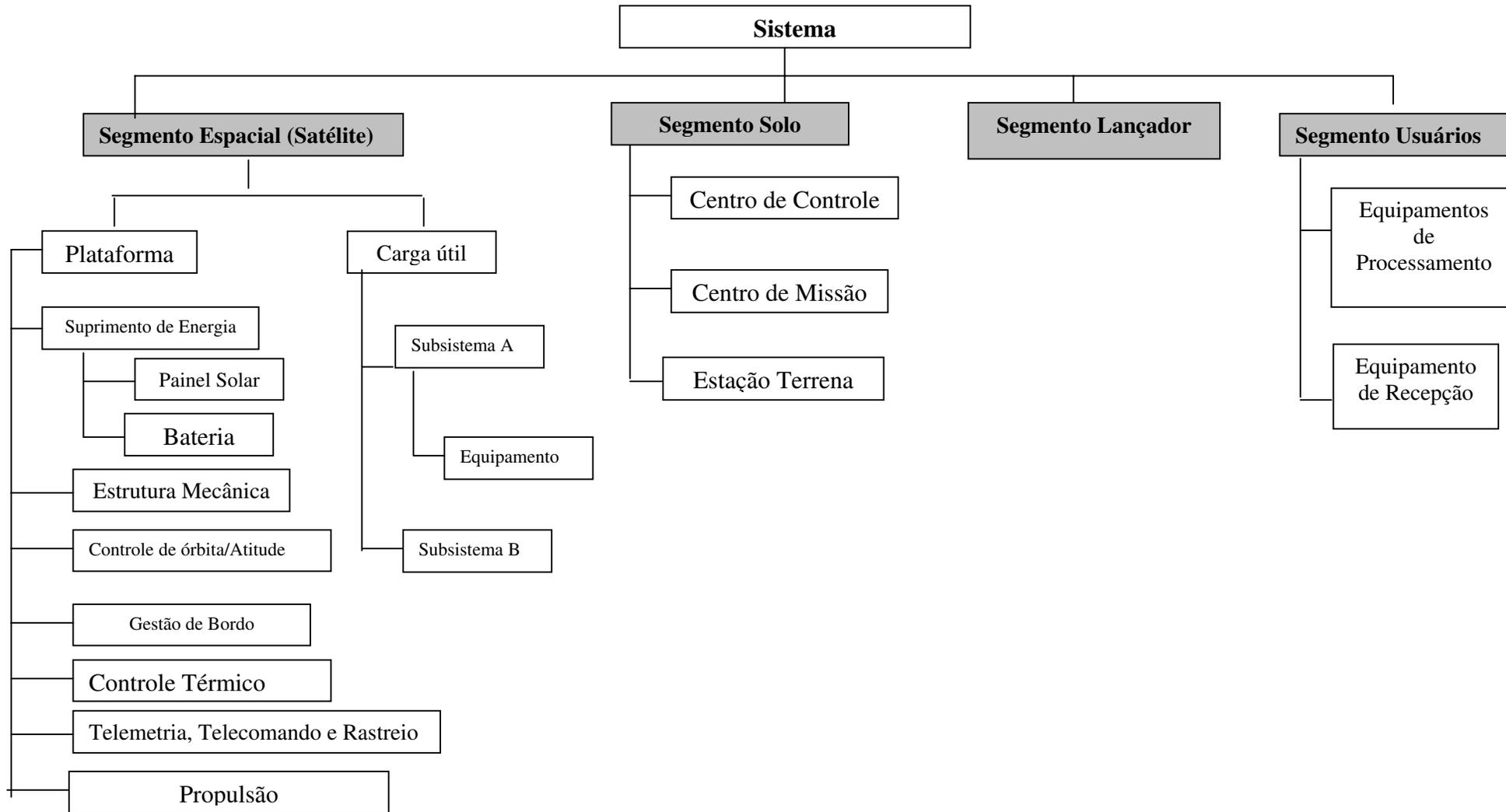
**Quadro 4.1: Sistemas Espaciais Envolvidos na Missão**

<b>Sistema/ Segmento</b>	<b>Definição</b>	<b>Característica</b>
Espacial	Está relacionado ao componente da missão que será injetado em órbita.	Normalmente contempla o satélite da missão.
Solo	Refere-se à parte responsável pelo controle e pela recepção de dados da missão espacial.	Em projetos cooperativos, como no caso do CBERS, o segmento solo fora atribuído a ambos os países.
Lançador	Está relacionado ao vetor, seus subsistemas e procedimentos utilizados na missão espacial.	Difícilmente existe cooperação tecnológica neste segmento; as poucas exceções concentram-se nos foguetes Ariane e casos isolados relacionados a pequenos lançadores, sobretudo devido ao objeto central da cooperação ser o segmento espacial. No caso do CBERS não houve cooperação com os chineses na área.
Usuários	É formado pelo público beneficiado pelos experimentos da missão espacial.	O segmento não é composto apenas por uma comunidade, na verdade os usuários podem estar pulverizados em diversas instituições e até mesmo em países diferentes.

Fonte: Elaborado a partir de Larson & Wertz (1992) e Nasa (1994), com adaptações.

No que se refere aos sistemas em tela, apresentaremos uma descrição de cada um deles, conforme se apresenta no organograma do sistema espacial na figura 4.2 a seguir:

**Figura 4.2: Organograma do Sistema Espacial**



Fonte: Adaptado a partir de Larson &Wertz (1992) e Nasa (1994)

A partir do organograma apresentado na página anterior, iremos descrever os principais segmentos do sistema espacial:

**Segmento Espacial<sup>4</sup>:** está basicamente subdivido em dois módulos, a plataforma e a carga útil. Ambos os módulos devem, necessariamente, atender aos requisitos da missão, de modo que dificilmente haverá, em funcionamento, dois satélites com as mesmas características. A plataforma do satélite deve, então, estar ajustada à missão e à carga útil. É o sistema mais complexo da missão, tendo em vista as alternativas para sua composição. Normalmente, num programa de cooperação, o segmento espacial também é o mais dinâmico em termos de possibilidades de cooperação, como no caso do programa CBERS, onde o Brasil e a China dividiram sistemas e subsistemas do satélite.

**Segmento Solo:** é composto pelos centros de controle da missão, responsável por todos os tipos de manobras dos artefatos em órbita, tendo por objetivo garantir o tempo de uso e o processamento da informação.

**Segmento Lançador:** refere-se ao veículo utilizado para a colocação da carga útil em órbita. Além de se buscar o sucesso no lançamento como meta básica em si, o segmento tem uma grande responsabilidade, compartilhada com os segmentos “Solo” e “Espacial”, de ser a conexão entre a carga útil e o sítio de lançamento. O segmento, portanto, torna-se um dos mais complexos, no que se refere ao gerenciamento de riscos. É importante ressaltar que, no atual contexto das atividades espaciais, há um claro nicho comercial para os países, empresas e consórcios com serviços de lançamento. Entretanto, devido às barreiras tecnológicas, o segmento é caracterizado por uma estrutura de mercado oligopolizado.

**Segmento Usuários:** é formado basicamente por aqueles que se utilizam do artefato. O segmento tem um papel tão importante quanto a área de engenharia, pertencente ao segmento espacial, na definição dos requisitos da missão, dos sistemas e subsistemas embarcados. As possibilidades de uso da tecnologia espacial são diversas e o processo de escolha deve ter o aval

---

<sup>4</sup> O segmento espacial foi representado na figura pelos principais sistemas que o compõem sem, contudo, se ater a um maior nível de detalhamento dos subsistemas.

da comunidade usuária, que poderá, ademais, auxiliar na escolha dos sensores que melhor se adequem aos requisitos propostos da missão, e opinar, inclusive, sobre as possibilidades de aquisição no exterior, caso alguns dos sensores propostos não possam ser fabricados no país.

É muito importante que o gerenciamento da missão possua um caráter descentralizado e que os fluxos de conhecimento circulem em todos os segmentos. Como apresentamos, existe uma grande inter-relação entre os quatro segmentos da missão espacial. Sendo assim, o caráter transdisciplinar e o envolvimento entre os segmentos são por demais importantes para o sucesso da missão. Um dos fatores de maior combate dentro da missão são as possíveis causas de insucesso, voltadas à gestão dos riscos dos projetos espaciais.

No que se refere aos riscos dos projetos espaciais, estes devem observar as regras de segurança, bem como a adoção de normas e certificações para o uso dos sistemas espaciais<sup>5</sup>, por meio de uma compilação das normas internacionais. Listamos como principais entraves, os seguintes:

1. Condições Específicas do Ambiente Espacial: por mais que sejam executados todos os testes, a fim de atestar a confiabilidade dos sistemas, não poderá ser reproduzida de forma fidedigna a condição do ambiente espacial em terra, além da inviabilidade de operação por completo do artefato espacial sob condições realistas.
2. Necessidade de desempenho de alto nível: um dos maiores requisitos dos projetos espaciais é a confiabilidade do sistema, dada a possibilidade quase nula de fazer reparos nos sistemas espaciais uma vez lançados. Ademais, são necessários grandes esforços para o desenvolvimento tecnológico, com limitada capacidade de amortização na produção.

---

<sup>5</sup> As normas descritas estão catalogadas sob os números NPD 1000.1; NPD 1000.2; NPD 7120.4; NPG 7120.5; Nasa HQSM 1200-1. No Brasil, a ABNT, em observância às normas internacionais, publicou os seguintes documentos: NBR 14857-1 (Sistemas Espaciais - Gerenciamento do Programa - Parte 1: Estruturação de um programa); NBR 14857-2 (Sistemas Espaciais - Gerenciamento do Programa - Parte 2: Garantia do produto); NBR 14882 (Sistemas Espaciais - Operações de Centro de Lançamento - Requisitos de segurança); NBR 15100 (Sistema de Qualidade - Aeroespacial - Modelo para a Garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados).

3. Baixo volume de produção: o maior cliente dos programas espaciais são os governos, que definem demandas específicas para os sistemas espaciais. Segundo Coelho (1996:5), “o setor industrial espacial é largamente dependente da demanda governamental e de auxílio direto. Isto situa a indústria, especialmente dado ao seu papel estratégico para a segurança nacional da maior parte dos países, em posição de destaque no que se refere ao apoio governamental ao setor privado”. Dadas as particularidades das missões, em algumas situações, as cargas úteis são aplicadas a apenas um tipo de missão, não criando, portanto, uma escala de produção que pudesse proporcionar a diminuição do custo médio dos equipamentos.
4. Altos custos envolvidos: o processo de fabricação e aferição dos componentes, para que esteja em conformidade às normas internacionais, requer uma grande quantidade de testes em ambientes específicos. A manipulação dos componentes deve ser efetuada em salas limpas, com grau mínimo de poeira e umidade, o que gera um custo elevado ao projeto.
5. Limitado acesso ao produto durante a operação: durante a vida útil do artefato, o acesso ao produto se encerra praticamente na fase de lançamento, não permitindo eventuais ajustes sem prejuízo ao cronograma da missão. Mesmo assim, deve-se observar a metodologia desenvolvida para os lançamentos, o que pode limitar o acesso ao artefato horas e até mesmo dias antes do lançamento.

As características apontadas anteriormente devem ser ponderadas para a formulação da estratégia da missão espacial a fim de reduzir os insucessos. Esta etapa é muito importante para que se busque evitar os principais riscos em que os projetos espaciais incorrem. Dentre esses riscos, os mais comuns são:

- Diminuição do rendimento/confiabilidade dos sistemas: a confiabilidade do sistema obedece a uma regra probabilística e comumente apoiada na metodologia de “árvore de falhas”<sup>6</sup>, onde se procura aumentar as redundâncias dos sistemas, o que

---

<sup>6</sup> No processo de apuração do acidente do VLS-1-03, foi utilizada esta metodologia para identificação de possíveis falhas materiais, conforme relatório de investigação emitido (Ministério da Defesa, 2004).

aumenta, por conseguinte, seu rendimento e confiabilidade. O risco reside na impossibilidade de anular todas as variáveis indesejadas. Caso haja um sucesso nesta empreitada, o rendimento pode ultrapassar as previsões, como foram os casos do SCD -1, com previsão de 1 ano e com vida útil de mais de 13 anos; o *Landsat - 5*, com previsão de 4 anos e há mais de 17 anos em órbita; além do CBERS-1, com previsão de 2 anos, mas que encerrou sua vida útil próximo aos 4 anos de operação.

- Aumento dos custos: as etapas dos projetos espaciais passam por revisões sistemáticas no seu cronograma e na definição dos sistemas e subsistemas do projeto. No que se refere a este aspecto, podemos identificar, por exemplo, que a participação do Brasil, na confecção de itens secundários, para a Estação Espacial Internacional (ISS), saltou dos US\$ 120 milhões para US\$ 330 milhões num período de três anos.
- Atraso no cronograma: esta é uma das principais falhas dos programas espaciais, tendo em vista a incerteza na conclusão das etapas críticas, bem como outros aspectos inerentes à falta de recursos humanos, financeiros, indefinições políticas e embargos internacionais. Todos esses aspectos contribuíram para o atraso no cronograma de lançamento dos CBERS-1 e 2.
- Falha na missão: todos as precauções são tomados para que ao final a missão tenha o sucesso esperado, entretanto, as falhas são inerentes a todas as nações que desenvolvem projetos espaciais. Os EUA registraram várias falhas em missões nos primórdios do seu programa espacial e, mais recentemente, com o acidente do ônibus espacial Columbia, que causou a perda de 7 astronautas. No caso brasileiro, identificamos uma falha nas missões de três protótipos do VLS-1, uma delas envolvendo a Torre Móvel de Integração (TMI), que resultou na perda de 21 técnicos e engenheiros, e o caso do satélite SACI -1.
- Impactos ambientais: uma eventual explosão de componentes ou de parte do combustível ocasionaria um impacto ambiental na área atingida, sobretudo devido

ao alto teor energético do combustível (que contribui para o empuxo do lançador) com conseqüente alto grau de inflamabilidade.

- Perda de vidas: a inobservância de padrões de segurança pode ocasionar a perda de vidas, não só no processo de reentrada dos lançadores, mas também no procedimento de lançamento.
- Destruição de plataformas de lançamento: pode ocorrer a destruição não só da plataforma, mas também de sistemas associados à infra-estrutura do lançamento, por isso é muito importante a observância dos procedimentos que se referem ao isolamento das áreas de lançamento.

O objetivo principal da gestão dos riscos é identificar aqueles inerentes ao projeto em desenvolvimento e buscar mantê-los sob controle, tendo em vista a impossibilidade de serem nulos. Por níveis aceitáveis entende-se “o aumento do intervalo de confiança do evento para percentuais acima de 95%.”(entrevista Leonel Perondi, 2003).

Deve-se ter em mente que o risco é uma variável presente em todas as etapas do programa. No entanto, como apontamos anteriormente, o processo de redundância dos sistemas é um dos pontos mais representativos nos sistemas espaciais. A análise do risco deve incluir o desempenho – que se refere aos requisitos técnicos mínimos e a garantia da qualidade, a programação geral do projeto, o fluxo de recursos e o ambiente político, custos operacionais – custo do projeto, bem como o desempenho do contrato, cronograma e operação da missão, com ênfase no suporte logístico, dependência e segurança.

Como primeiro passo para a gestão dos riscos deve-se identificar, de forma sistemática, a avaliação e classificação de todas as possíveis causas e conseqüências prioritárias para a definição e implementação da decisão de aceitar, monitorar e fazer a ação. A avaliação de risco subsidia o processo de tomada de decisão, incluindo a consideração de incertezas sobre os riscos envolvidos, a definição sistemática, implementação, verificação e controle de ações apropriadas para a eliminação ou redução de riscos para um nível aceitável.

O nível aceitável na área espacial é sempre subjetivo, mas, via de regra, a confiabilidade é requisito mais importante que a inovação. Neste contexto, os sistemas mais “novos” que representam realmente uma inovação em produtos estão mais presentes em microssatélites (Neri, 1999, Costa Filho & Furtado, 2002). O risco incorrido é maior, pois uma perda da carga útil, por eventual falha no sistema, ocasionaria um menor custo financeiro.

Uma vez descrita a metodologia, iremos, na seção seguinte, analisar a execução desta no INPE, adotando como estudo de caso o programa CBERS.

#### **4.2. A Execução do Programa CBERS no INPE**

O INPE ingressou nos anos oitenta com o desafio de desenvolver os primeiros satélites da MECB – os SCD’s – a partir das configurações dos satélites franceses *Argus*. O desenvolvimento de um satélite de sensoriamento remoto quinze vezes mais pesado e com estabilização em três eixos não seria possível até o final da década, caso se optasse por uma estratégia autóctone.

Naquela época, o INPE ainda dava os primeiros passos na área de Engenharia e Tecnologia Espacial. Apenas em dezembro de 1987, com a inauguração do Laboratório de Integração e Testes (LIT), ganhou-se um laboratório para a realização de testes e validação de conceitos da missão, respeitando as normas internacionais.

Antes disso, existia uma dependência de realização de testes em laboratórios internacionais, o que acarretava custos elevados ao Instituto. Porém, a necessidade de treinamento de profissionais para a operacionalização do novo laboratório dificultou ainda mais o andamento de projetos da envergadura de um satélite de sensoriamento remoto.

Outrossim, existia um fator crítico ainda maior, pois um satélite desta magnitude jamais poderia ser fabricado e montado dentro do INPE, como ocorreu com a maioria dos componentes

dos SCD's 1 e 2. Em outras palavras, era necessário desenvolver e capacitar fornecedores nacionais, ou então ficar à mercê de fornecedores estrangeiros, para a conclusão do satélite.

Naquele momento, os fornecedores nacionais se constituíam num *spin-off* do INPE<sup>7</sup>, representados por um número limitado de empresas, com restrições à fabricação de sistemas ou subsistemas do satélite e se dedicando à fabricação de componentes. Como forma de aumentar o número de fornecedores, bem como aumentar a complexidade dos componentes críticos desenvolvidos no país, o INPE decidiu implementar um programa de capacitação de fornecedores. Este programa foi levado a cabo com um certo sucesso nos anos de 1989 e 1990. (Entrevista Luiz Bueno, Raimundo Coelho, 2003).

Não obstante, a capacitação dos fornecedores poderia ser contestada na justiça por infringir a Lei de Licitações nº 8666/93, vigente no Brasil até a presente data, por criar uma classe de fornecedores capacitados pelo Instituto e outros não capacitados. Seria bem provável que, em qualquer processo licitatório na área de tecnologia espacial, os fornecedores capacitados tivessem vantagem sobre os não capacitados, prejudicando a concorrência. Como este impasse nunca foi resolvido, o programa de capacitação dos fornecedores foi extinto.

Assim, as dificuldades em desenvolver um conjunto de fornecedores nacionais para o programa espacial, a partir de programas de capacitação, treinamento e certificação, oferecidos pelo próprio INPE, geravam uma situação difícil de se contornar e dificultavam qualquer esforço para que, no início da década de noventa, o país pudesse envidar maiores esforços em prol do desenvolvimento tecnológico dos SSR's (Satélites de Sensoriamento Remoto) previstos na MECB.

O arranjo cooperativo sino-brasileiro, utilizado como estratégia para a consecução do programa CBERS, foi uma alternativa para a superação dos entraves tecnológicos que projetos desta envergadura trariam para as nações, se individualmente estas buscassem desenvolver o projeto de forma autônoma. Ademais, a importância da cooperação se acentua à medida que

---

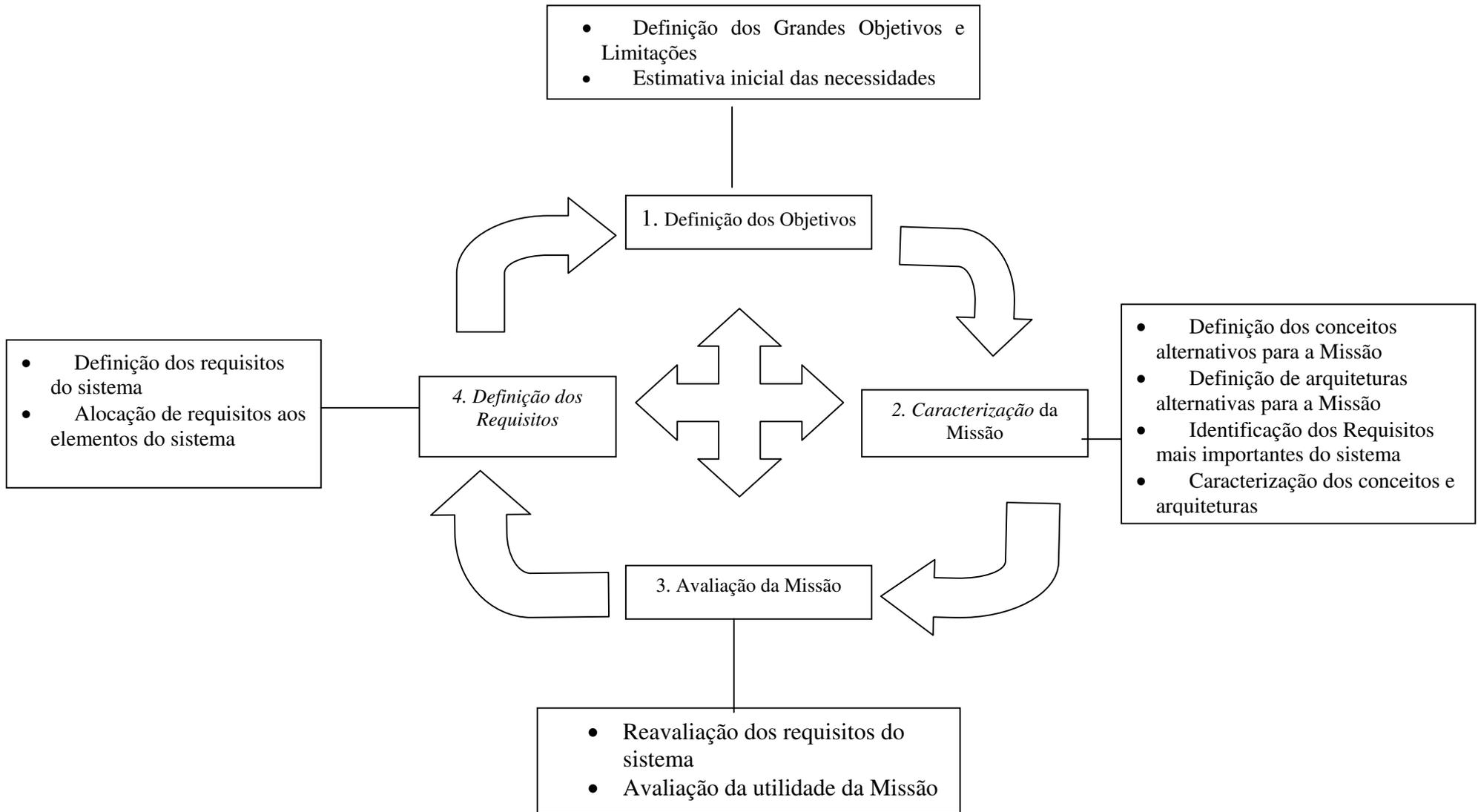
<sup>7</sup> O termo deriva do *spin-off* acadêmico onde funcionários, professores e estudantes, uma vez que se desligam do INPE, montam empresas ou prestam serviços especializados utilizando os conhecimentos adquiridos no Instituto.

aumenta a complexidade tecnológica e os riscos na adoção de uma nova tecnologia. (Combs et al, 1996; Hagedoorn, 2002; Nootboom, 1999; Becker & Dutz, 2004).

No entanto, para potencializar os ganhos da cooperação, o arranjo sino-brasileiro teve que ser adaptado à metodologia para a consecução dos programas espaciais.

Anteriormente, apresentamos a Fig. 4.1 onde são definidos os requisitos da Missão, seus sistemas e subsistemas. Na figura 4.3 a seguir, verificamos que este é apenas um aspecto que necessitamos definir quando caracterizamos as missões espaciais.

**Figura 4.3: Diagrama de Caracterização de Missões Espaciais**



Fonte: Adaptado a partir de Larson & Wertz (1992), NASA (1994) e Souza (2003).

## **1ª Etapa: Definição dos Objetivos da Missão**

- a) Definição dos principais objetivos e restrições: refere-se às necessidades da missão, suas metas e justificativas. No caso do programa CBERS, esta fase significou a definição por parte da China de um satélite de sensoriamento remoto, com duas câmeras (CCD e IRMSS), a ser lançado por meio de um veículo chinês.
- b) Estimativa quantitativa das demandas das missões e seus principais requisitos: há uma mudança significativa no processo de definição, pois nesse momento, há uma quantificação (objetivos numéricos) dos principais objetivos; busca de superação de entraves, aplicações tecnológicas.

### **Programa CBERS - Objetivos da Missão<sup>8</sup>**

#### **Objetivo primário:**

Desenvolver tecnologias que proporcionem a montagem do satélite de sensoriamento remoto de forma cooperativa entre Brasil e China.

#### **Objetivos secundários:**

- Fortalecer as relações diplomáticas entre Brasil e China;
- Aproximar as principais instituições executoras (INPE e CAST), além de envolver outros atores como a AEB (Brasil) e a COSTIND e o CLTC (China);
- Diminuir a dependência de terceiros e a vulnerabilidade dos dois países na produção de imagens de sensoriamento remoto;

---

<sup>8</sup> Na verdade, durante as pesquisas bibliográficas e de campo, não se teve acesso a documentos que demonstrassem claramente alguns dos objetivos listados nos tópicos. Assim, os objetivos da missão foram compilados a partir da análise e interpretação do programa e da análise do discurso das entrevistas concedidas.

- Utilizar os produtos do CBERS (imagens e dados) para subsidiar decisões políticas;
- Difundir imagens e criar um mercado para os antigos usuários.

Para transformar os objetivos da missão em requisitos, temos que atentar para três áreas:

- 1) **Requisitos Funcionais:** definem os padrões mínimos para o bom funcionamento do sistema de forma a atender satisfatoriamente aos objetivos da missão.
- 2) **Requerimentos Operacionais:** determinam como o sistema deve operar e como os usuários devem interagir com ele para alcançar os objetivos da missão.
- 3) **Restrições:** deve-se atentar para a avaliação de aspectos como custos da missão, cronograma e as formas de implementação disponíveis para o sistema.

## Quadro 4.2 Requisitos de Missão Selecionados e Adaptados ao Programa CBERS

Requisitos	Fatores de impacto	Características no Programa CBERS
<b>Funcionais</b>		
Desempenho	Objetivo Primário, Carga Útil, Tamanho da Órbita.	Objetivo Primário: Tecnologia para satélites de Sensoriamento Remoto; Carga Útil: Câmera WFI, Câmera CCD de alta resolução, Câmera IRMSS e Sistema de Coleta de Dados; Tamanho da Órbita: 778 km.
Cobertura	Tipo de Órbita, número de satélites, raio de cobertura da banda espectral, resolução, faixas espectrais.	Tipo de Órbita: Síncrona; Número de satélites: um por vez, num total de cinco satélites (CB 1, 2, 2A, 3, 4); Raio de Cobertura e Resolução da banda espectral: Bandas: WFI 890 km e resolução de 260 m, 2 faixas extensão; CCD 113 km e resolução 2 m, 5 faixas extensão, IRMSS 120 km; Resolução 80 m (160 m no Campo Terml); Faixas Espectrais: quatro faixas.
Responsabilidade	Arquitetura de recepção de dados, atraso no processamento das informações, operacionalização.	Necessidade de construção de meios de rastreo tanto no Brasil quanto na China; execução do comando e controle dos subsistemas; recepção, armazenamento, processamento e distribuição de imagens.
<b>Operacionais</b>		
Duração da Missão	Experimentos ou operacionalização, nível de redundância, altitude.	A duração da missão coincide com a vida útil dos equipamentos e do satélite.
Disponibilidade	Nível de Redundância.	Para aumentar a disponibilidade de imagens foram feitas redundâncias nos principais sistemas, à exceção da câmera WFI - considerada como experimento no CBERS-1.
Distribuição de Dados (Forma)	Arquitetura das Comunicações.	Busca na compatibilidade nos sistemas de comunicação chineses e brasileiros a fim de uniformizar os sistemas e criar redundâncias.
Conteúdo, Forma e Formatação.	Necessidade dos usuários, nível e local de processamento da informação, carga útil.	Os sensores do CBERS tinham como principal objetivo atender a necessidades relacionadas ao meio ambiente comum nas agendas de ambos os países e a necessidade de se construir pelo menos uma estação de recepção de dados em ambos os países.
<b>Restrições</b>		
Custo	Órbita, tamanho e complexidade, número de lançamentos, vôos tripulados.	O CBERS possui uma órbita polar, o tamanho e a complexidade estão relacionadas às aplicações do satélite, como evidenciado na escolha das bandas espectrais das Câmeras CCD e WFI.
Cronograma	Problemas técnicos, tamanho do programa.	O cronograma do CBERS sofreu atrasos, por problemas de ambas as partes, conforme apresentado no capítulo 2 do trabalho.
Regulamentação	Leis e políticas públicas internas.	Para o desenvolvimento do programa era necessária a aprovação de leis que garantissem em território nacional a inviolabilidade da tecnologia chinesa.
Políticas	Financiamento, programa nacional ou de cooperação internacional.	A inclusão no orçamento federal de recursos ao programa, a aprovação de acordos suplementares para envio de equipes e a utilização de laboratórios e serviços de ambos os países necessitariam de termos aditivos.
Ambiente	Órbita e vida útil.	O CBERS tem vida útil de dois anos, pois o ambiente espacial é extremamente hostil.
Interfaces	Nível de uso e operação da infra-estrutura.	A infra-estrutura de solo deve estar ajustada aos sistemas do satélite a fim de poder-se efetuar os comandos de solo.
Restrições ao Desenvolvimento do Programa	Organização do financiamento.	Os fluxos orçamentários devem seguir o cronograma proposto. Dada a complexidade do satélite e a integração das partes chinesa e brasileira num único sistema, a falta de recursos compromete a aquisição e desenvolvimento dos componentes, afetando toda a missão.

Fonte: Adaptação de Wertz e Larson, 1992, p. 15.

Analisando os requisitos da missão dos programas espaciais e sugerindo contribuições para o entendimento da problemática, e utilizando como estudo de caso o programa CBERS, identificamos, em cada etapa do programa, a possibilidade de trocas de experiências, a partir da divisão de tarefas e da interação das equipes. No caso específico do CBERS, não se foi muito além da definição dos requisitos da missão, como afirmam Santana e Coelho (1999:208):

“No modelo adotado para a cooperação [do programa CBERS], além dos investimentos de parte a parte, são envolvidos apenas as capacitações técnicas de cada um, sem nenhum compromisso formal com a chamada transferência de tecnologia de um para outro. Inevitável, entretanto, que trocas de conhecimentos e experiências não se concretizem, devido à metodologia de trabalho e ao envolvimento conjunto dos técnicos de ambas as partes em tarefas de interesse mútuo”.

Ressalta-se que é praticamente impossível haver transferência formal de tecnologias espaciais, sobretudo pelo aspecto dual que algumas dessas tecnologias possuem. Entretanto, neste momento de início de uma cooperação, devem ser pensadas algumas formas de transferência de tecnologia a partir do desenvolvimento de mecanismos de aprendizado, a fim de que se aumentem os ganhos com a cooperação, desde que este tipo de transferência não infrinja nenhuma norma internacional.

## **2ª Etapa: Caracterização da Missão**

A Caracterização da Missão tem por objetivo fazer um detalhamento dos requisitos propostos na etapa anterior, além de prever eventuais problemas ou falhas nas etapas do projeto. Esta caracterização segue a seguinte lógica:

**1º Passo – Identificação e Definição de Conceitos Alternativos à Missão:** neste momento, faz-se necessário trabalhar com alternativas ao programa ou à missão, caso o curso normal estabelecido apresente problemas, ou seja, implementa-se mudanças que poderão proporcionar uma eficiência maior. Em relação ao

programa CBERS, este havia sido configurado como de desenvolvimento autônomo por parte dos chineses. Em outras palavras, nesta etapa foi proposta a cooperação com o Brasil a partir de uma configuração já existente, criando um conceito alternativo à missão (cooperação em detrimento do desenvolvimento autônomo chinês).

**2º Passo – Identificação e Definição de Arquiteturas Alternativas:** este passo seria uma consequência do anterior. No caso do CBERS, a mudança de um programa autônomo chinês para um programa cooperativo também demandou alterações na arquitetura do programa, na definição dos níveis hierárquicos, na coordenação e na área de engenharia, além dos critérios técnicos, como diferentes órbitas, sistema de solo e objeto de cooperação.

**3º Passo – Identificação e Definição dos Parâmetros Principais:** nesta etapa, a coordenação destaca os principais parâmetros e mede sua influência no resultado final. Os parâmetros relacionados ao custo da missão, risco (percentual do sucesso), cronograma etc., podem ser controlados, minimizando o grau de insucesso da missão por diferenciais no planejamento. Para a definição dos parâmetros principais da missão, faz-se necessária a obediência a cinco subetapas, conforme mostra o quadro 4.3.

**Quadro 4.3: Subetapas para a definição de Parâmetros da Missão**

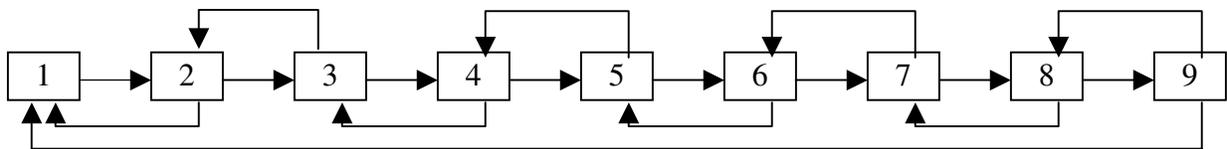
<b>Subetapa</b>	<b>Característica</b>
Identificação da Área de Interesse	No caso do programa CBERS, relaciona-se à área de sensoriamento remoto em cooperação internacional.
Identificação de Parâmetros Numéricos para a Mensuração da Área de Interesse	Neste caso, os indicadores podem ser tanto os que medem os desempenhos meramente técnicos, quanto os indicadores econômicos e sociais. No caso do programa CBERS, deve-se prestar atenção aos custos de oportunidade entre a aquisição de imagens no exterior e o uso das imagens do satélite bi-nacional e o custo do desenvolvimento dos componentes frente à aquisição no exterior, além dos critérios técnicos.
Desenvolvimento de um Conjunto de Algoritmos	Esta subetapa tem por objetivo dar suporte para a consecução dos parâmetros numéricos, por meio da modelagem matemática. No caso em tela, os algoritmos funcionaram como meios de verificação do programa CBERS, durante todo o seu andamento.
Acompanhamento dos Indicadores	O acompanhamento deve contemplar revisões permanentes nos parâmetros, bem como a atenção à garantia da qualidade dos sistemas e subsistemas de satélite, conforme estabelecido pelos indicadores.
Atenção para os “parâmetros escondidos”	Como fechamento na definição dos parâmetros da missão, esta subetapa pontua os principais “trade-offs” do sistema, atentando para eventuais perdas de rendimento e confiabilidade. Como por exemplo, quanto maior for a área de cobertura do satélite, menor será sua resolução, ou ainda, quanto maior for a órbita, menos visitas ele fará. Os parâmetros têm que estar em consonância com os objetivos da missão e não devem se anular dentro do sistema.

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2004.

**4º Passo – Caracterização dos Conceitos da Missão e Arquitetura:** esta, sem dúvida, é a etapa mais importante, no que se refere aos aspectos técnicos da missão e, por isso, merece um aprofundamento maior. A dificuldade desta etapa reside na grande quantidade de possibilidades disponíveis para a execução do projeto. Some-se a isto o fato de o projeto CBERS ser cooperativo, para o qual, além das variáveis técnicas, deve-se considerar a possibilidade de o sistema ser construído

pelo Brasil ou pela China, ou ser construído por meio de co-desenvolvimento institucional; ou ainda ser construído pela China, utilizando fornecedores brasileiros, subcontratados de um terceiro país. Ademais, os fatores ligados ao orçamento e à vontade política também influenciam na arquitetura do sistema. Basicamente esta etapa pode ser dividida em nove passos não lineares, como mostra a Figura 4.4:

**Figura 4.4: Passos da Missão Espacial**



**1º Passo** - Definição dos Conceitos Preliminares da Missão: versa sobre os elementos-chave da missão, função, forma de controle, arquitetura do sistema e o período da missão. Em outras palavras, são estabelecidos os parâmetros de uso do satélite;

**2º Passo** - Definição das Características: a rigor, a missão possui duas grandes categorias: a parte relacionada ao objeto da missão, no caso em análise, o satélite em si, e o segmento de solo;

**3º Passo** – Determinação da Órbita do Satélite e as Demais Características do Grupo: a órbita do satélite possui grande influência na definição da missão. No caso do CBERS, define-se um satélite de órbita baixa (778 km) e o lançamento de um satélite por vez. Posteriormente, definiu-se o satélite carona.

**4º Passo** – Determinação da Carga Útil: a carga útil deve ser, primeiramente, coerente com o tipo de missão. Adicionalmente deve resistir aos ambientes hostis na etapa do lançamento e ter uma durabilidade

compatível à vida útil do satélite. No caso do CBERS, a carga útil é composta pelas câmeras que, necessariamente, devem ter uma utilidade na área de sensoriamento remoto.

**5º Passo** – Seleção da Missão: na etapa de seleção é feita a reunião dos elementos necessários para dar suporte à missão, bem como a definição do veículo lançador compatível com a carga útil e o satélite. A seleção da missão deve levar em consideração três parâmetros, quais sejam:

- **Arquitetura da Comunicação:** este parâmetro engloba toda a parte da compatibilidade da comunicação, tais como: quantidade e localização da estação de solo; compatibilidade entre a geração e transmissão de dados e a recepção; custos da operação, além de uma adequação tecnológica ao longo da vida útil do satélite. Uma tecnologia de comunicação poderá, no futuro, não ter uma viabilidade econômica financeira, num período determinado (por exemplo, nos próximos 10 anos), portanto é necessário atentar para alternativas a longo prazo.
- **Sistema de Solo:** além da estação de solo, faz-se necessária a criação de uma infra-estrutura de recepção de dados que englobe uma ou várias estações de recepção. Quanto mais estações, maiores serão os custos, não só de infra-estrutura física, mas também computacional (*hardware* e *software*).
- **Operações:** neste caso são colocados no processo decisório os níveis de autonomia, os gargalos computacionais (necessidades de criação de *softwares*); quantidade de horas trabalhadas, quantidade de funcionários; custos envolvidos; e periodicidade da distribuição dos dados.

**6º Passo** – “Casamento” entre a carga útil e o veículo lançador: neste momento, são definidos todos os parâmetros do satélite (carga útil, órbita e requisitos de comunicação) e qual(is) veículo(s) lançador(es) atende(m) ao satélite. Deve-se optar por aquele que indique o melhor custo-benefício. No caso do CBERS, o lançamento ficou a cargo do Longa Marcha 4. Outras alternativas seriam os veículos: Atlas II e Titan IV (EUA), Soyuz e Proton (Rússia) e Ariane IV (Europa).

**7º Passo** – Seleção do Sistema de Lançamento: o sistema de lançamento é o estágio mais avançado na definição dos requisitos entre o veículo lançador e o satélite. Nesta fase, são avaliados o local de lançamento (instalações) e a aplicabilidade do lançador, e são também definidas etapas do pré-lançamento, até a desocupação do local pela equipe técnica e o material envolvido.

**8º Passo** – Determinação da Logística e Estratégias: a logística, neste caso, seriam os meios necessários para a manutenção das equipes nas etapas de pré-lançamento, lançamento e pós-lançamento, bem como a elaboração de um esquema de coleta de componentes e resíduos da atividade de lançamento.

**9º Passo** – Viabilização de Orçamento Compatível com a Missão Definida: após a definição das arquiteturas do sistema, pode-se estimar o custo da missão. Esta etapa é fundamental para as definições de uma potencial cooperação na qual haja divisão dos custos e se tenha uma noção mais clara das possibilidades do setor de investimento.

### **3ª Etapa: Avaliação da Missão**

O conceito de avaliação de uma missão espacial é bem amplo e bastante diversificado. Na verdade, podemos considerar que esta é “apenas” a primeira grande avaliação do Programa, na qual a preocupação maior é com o “chão de fábrica”. Neste contexto, esta avaliação constitui-se na criação de meios de verificação da qualidade dos sistemas da missão em curso, e tem por objetivo estabelecer alternativa para eventuais óbices. Portanto, tal avaliação torna-se um processo dinâmico e contínuo ao longo das fases da missão espacial. Em outras palavras, dada a complexidade do sistema espacial, deve-se pensar sempre em um conceito ou uma trajetória alternativos para a missão.

Esta etapa consiste na verificação e avaliação de três itens:

- **Reavaliação dos Requisitos mais Importantes do Sistema** – Paradoxalmente, quanto mais desafiadora e complexa é a missão, mais simples é estabelecer os seus requisitos e, por conseguinte, os do sistema. Desde o início dos anos noventa, os norte-americanos declaram que farão uma missão tripulada ao planeta Marte. Entretanto, os requisitos referentes à sobrevivência humana e à reentrada na atmosfera terrestre são os principais obstáculos à consecução da missão. Atualmente, como forma de superação deste entrave, estão sendo propostos estudos alternativos que contemplem a ISS como uma escala na missão. Este, claramente, é um exemplo de como uma missão complexa torna-se “simples” no estabelecimento dos parâmetros. No caso do programa CBERS, podemos citar dois exemplos de reavaliação de requisitos da missão. Na fase de concepção do satélite (Fase 0), a intenção era de que o programa do satélite de sensoriamento remoto fosse feito de forma autônoma pelos chineses. A partir da entrada dos brasileiros na cooperação, foi feita uma divisão de responsabilidades sobre os sistemas e subsistemas. A divisão obedeceu a critérios mínimos de domínio ou capacitação tecnológica para desenvolvimento do sistema, explorando-se o princípio da complementaridade possibilitada pela parceria. Por exemplo, o Brasil ficou com o sistema de computador de bordo, pois esta área já era mais desenvolvida no país. Por outro lado, nem sempre esses requisitos são 100% confiáveis, ao passo que uma parte da estrutura a cargo do país foi subcontratada aos chineses, numa outra etapa do

programa. Mais uma vez, a reavaliação dos requisitos da missão foi necessária para o melhor andamento do programa.

- **Avaliação da Utilidade da Missão** – Esta etapa está diretamente ligada à relação custo-benefício da missão. É necessário ressaltar que, dado o componente estratégico, e até mesmo o prestígio internacional envolto nas atividades espaciais, o custo aqui embutido está muito mais relacionado ao custo de oportunidade do que, necessariamente, ao meramente contábil. Entretanto, devemos estabelecer parâmetros mínimos entre ambos os custos. No caso do programa CBERS, certamente o satélite e os seus produtos (as imagens geradas) não o tornam, ainda, competitivo em termos de mercado internacional de comercialização de imagens de satélites. Entretanto, a aquisição das imagens de outros satélites em detrimento do desenvolvimento de satélites nacionais não traria os benefícios de livre acesso às imagens, desenvolvimento do conhecimento na área de Controle de Satélites, Montagem e Integração, além da aproximação entre os países, dificilmente mensurável quantitativamente por meio de “custos”. Convém ressaltar que é muito importante, na avaliação da utilidade da missão, que esta esteja amarrada a requisitos com um embasamento prático maior. Isto posto, torna-se razoável o desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto dentro do Programa CBERS, dado o padrão tecnológico de ambos os países.
- **Definição do Conceito da Missão** - A definição do conceito derivado da avaliação dos requisitos e da utilidade da missão significa fazer uma “amarração” a fim de definir as estratégias a serem seguidas.

#### **4ª Etapa: Definição dos Requisitos**

A etapa de definição dos requisitos se constitui também na fase de detalhamento do projeto. O processo de gestão do programa espacial se torna complexo, à medida que, normalmente, envolve etapas de planejamento – definição de objetivos, programação de recursos etc.; gestão de pessoas; controle da garantia do produto; gestão de recursos financeiros, entre outros. No caso da

missão em cooperação internacional, como o Programa CBERS, ainda se faz necessária a administração ou, pelo menos, o monitoramento das ações do parceiro a fim de que o co-desenvolvimento seja preservado. Neste contexto, a definição dos requisitos do sistema trata do detalhamento dos procedimentos. Nesta etapa, ocorre uma codificação do conhecimento, sobretudo em projetos com a complexidade do CBERS e desenvolvidos em conjunto. É necessária, por exemplo, a definição de requisitos de compatibilidade entre os sistemas, gasto de energia e massa total, com vistas a colocar o satélite no espaço. Em outras palavras, a etapa final da definição dos requisitos da Missão consiste na alocação de requisitos aos elementos do sistema que se traduz num esforço de engenharia de sistemas, a fim de ordenar, da forma mais otimizada possível, os sistemas e subsistemas do satélite.

No quadro 4.4 sintetizamos as principais etapas do ciclo de vida do programa CBERS e buscamos fazer inferências sobre o seu caráter temporal a partir das informações prestadas pelos gerentes do programa CBERS no INPE.

No capítulo anterior, a descrição histórica permitiu identificar etapas em que o programa CBERS foi praticamente abandonado pelos brasileiros. Isto repercutiu negativamente nas etapas técnicas e organizacionais do projeto, de modo que a passagem da Fase B – projeto preliminar – para a Fase C – projeto detalhado – demorou cerca de sete anos, tendo em vista o abandono da cooperação em determinados momentos e uma lenta retomada da cooperação após os problemas políticos que chineses e brasileiros enfrentaram internamente.

**Quadro 4.4: Ciclo de Vida do Projeto Espacial Adaptado ao Programa CBERS-I e II**

Fase	Objetivo	Duração	Observações
Fase 0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepção</li> </ul>	N/D	A Fase 0 foi desenvolvida exclusivamente pela CAST.
Fase A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificação da Missão</li> </ul>	Aprox. seis meses após a assinatura do acordo.	Com o ingresso do Brasil na cooperação, foi processada a divisão de responsabilidades do projeto, ficando o Brasil com 30% dos componentes e 50% do gerenciamento. Ademais, definiu-se que o lançador não seria objeto da cooperação.
Fase B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição do esquema do satélite e das especificações técnicas do sistema</li> <li>• Definição do esquema preliminar dos subsistemas e de suas especificações técnicas</li> </ul>	Dois anos (1989-1990)	Foram desenvolvidos os projetos preliminares (PDR) e aprovados nos JPR e JPC.
Fase C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detalhamento do Desenho</li> <li>• Esquematização de subsistemas e suas especificações técnicas</li> <li>• Esquematização preliminar de equipamento e especificações técnicas</li> <li>• Desenvolvimento dos equipamentos dos subsistemas</li> <li>• Integração e Testes do modelo de estrutura, modelo de teste termal e elétrico.</li> </ul>	Um ano (1997)	Após três anos de profundas indefinições, o projeto foi retomado e reconfigurado. Nesta fase foram discutidas e aprovadas a adição de uma câmera nacional (WFI), além do controle do satélite e a Integração e Teste de um dos satélites no Brasil. Com todos esses óbices, o CDR só foi concluído sete anos após a conclusão do PDR.
Fase D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinação de esquemas dos equipamentos e especificações técnicas</li> <li>• Construção de Equipamentos para os subsistemas do Modelo de Vôo (MV)</li> <li>• Integração, Teste e lançamento do modelo de vôo.</li> </ul>	Aproximadamente um ano (entre 1998 e 1999)	A construção dos componentes da parte brasileira sofreu atrasos após a falência da Esca – <i>prime contractor</i> do INPE. Existiu ainda uma dificuldade na Integração e Testes na China, o que atrasou o processo em aproximadamente seis meses, à medida que os laboratórios para execução dos testes não estão situados no mesmo local.
Fase E	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teste de Vôo</li> <li>• Gerenciamento da missão durante a operação normal em órbita</li> <li>• Teste em Órbita</li> </ul>	1999 – 2003	A divisão do programa proporcionou ao Brasil, pela primeira vez, o controle de um satélite estabilizado em três eixos, durante seis meses.
Fase F	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Phase-out</i></li> </ul>	4 anos após o lançamento (2003)	Esta fase foi alcançada apenas pelo CBERS-1. A vida útil do primeiro satélite estava programada para dois anos, contudo os sistemas tiveram, aproximadamente, o dobro da vida útil, à exceção da câmera WFI que, por ser um experimento, não recebeu a quantidade de redundâncias que proporcionasse um aumento na confiabilidade dos sistemas.

Fonte: Adaptada a partir de Entrevistas com Gerentes do CBERS/INPE

O processo de desenvolvimento de tecnologias críticas em conjunto, a exemplo daqueles envolvidos no programa CBERS, é algo incerto. Assim, o período inicial de quatro anos entre a assinatura do acordo e o lançamento do primeiro satélite, proposto no cronograma inicial, teria, em princípio, uma elevada chance de ser extrapolado. Não obstante, analisando o ciclo de vida do projeto espacial aplicado ao programa CBERS, verificamos que o tempo decorrido entra a Fase B e a Fase C do projeto foi exacerbadamente longo.

Embora os rígidos requisitos exigidos para o sucesso da missão espacial não tenham sido experimentados por Brasil e China conjuntamente em projetos anteriores, a parada das atividades do projeto por um período muito longo, como apresentado nesta seção, proporcionou o pano de fundo para a construção metodológica das capacitações tecnológicas e da identificação do aprendizado interativo.

### **4.3 O Impacto do CBERS na Mudança Organizacional do INPE**

O novo arranjo institucional do INPE, implementado a partir da mudança no sistema de C&T nacional, foi um passo extremamente oportuno para a garantia de uma gestão melhor dos programas tecnológicos do instituto.

É obvio que este novo formato não foi causado pelo programa CBERS, mas a mudança organizacional favoreceu a condução dos projetos e do programa anos mais tarde. Podemos considerar que a estrutura formada favoreceu ao programa de satélites da MECB, mas “a prova de fogo” do modelo certamente foi o programa CBERS.

A criação do MCT, e a transferência da vinculação do INPE do CNPq para o MCT, foram vistas com bons olhos pela comunidade *inpeana*. A possibilidade da formulação da política de

C&T por um ator com o status de Ministério colocou a ciência e tecnologia num patamar elevado, sendo considerada realmente como uma política de Estado, não mais atrelada como um apêndice das políticas desenvolvidas pelo CNPq. O então diretor do INPE, Marco Antonio Raupp, analisou o fato em entrevista ao Jornal “Espacial”<sup>9</sup>, da seguinte forma:

[Sobre a mudança do INPE, saindo da órbita do CNPq e vinculando-se ao MCT]

*“Representou uma nova posição para o INPE dentro da organização do Governo, possibilitando uma postura mais direta de atuação junto aos diversos segmentos da sociedade. **Destaque**[...] por estarmos vinculados diretamente ao MCT [...] **Conquistamos um espaço muito maior de atuação e projeções no panorama científico nacional e internacional.** Pelo lado administrativo, como passamos para o sistema de administração direta que teoricamente é mais rígido se comparado com o sistema funcional do CNPq, sofremos algumas restrições quanto à liberdade de atuação administrativa”. [grifo nosso]*

Além do aumento das responsabilidades e atribuições do INPE, um fator importante para a consecução dos objetivos do instituto foi o aumento do repasse de recursos financeiros. Raupp aponta que: “O crescimento do orçamento do INPE nos anos de 1985 e 1986 foi duas vezes o crescimento ocorrido no período de 1974 a 1984”.

A reorganização orçamentária e a definição dos novos aspectos de governança do sistema de C&T foram concomitantes ao posicionamento institucional que o INPE passou a adotar. A função do órgão, como um dos promotores da inovação tecnológica, foi ressaltada. Assim, a gestão matricial foi vista como uma alternativa viável para a integração das novas funções.

*“No ano de 1985 foi feita uma reavaliação da MECB no INPE, redefinindo todas as gerências que passaram a atuar dentro de um sistema matricial, fora dos departamentos e contratando o desenvolvimento dos subsistemas dentro dos departamentos envolvidos. O*

---

<sup>9</sup> Entrevista com Marco Antonio Raupp in Jornal Espacial pp. 3-6, ano IX, n° 66, INPE, Maio/Junho 1987.

*gerenciamento geral do projeto ficou a cargo de um especialista da área e permitindo uma maior estabilidade na continuação do programa. A estrutura da condução do programa no INPE obedeceu à mesma metodologia para a condução de projetos de Engenharia Espacial empregada na NASA e no CNES. Isto permitiu concluir etapas importantes do programa, como a condução do PDR - Revisão Preliminar do Projeto no prazo estabelecido e obtendo um sucesso considerável". [Jornal O Espacial, entrevista com Marco Antônio Raupp (1987:05)].*

Até o primeiro semestre de 1985, a MECB se encontrava em fase de pesquisa e desenvolvimento, em relação a ETE, onde os grupos tinham idéias genéricas sobre as atribuições e trabalhavam por iniciativa própria para desenvolver subsistemas de forma puramente experimental e laboratorial. Neste momento, porém, existiam algumas unidades bem definidas e controladas, como o Laboratório de Integração e Testes (LIT), que seria inaugurado em dezembro de 1987, embora não houvesse o gerenciamento no nível dos subsistemas e sistemas. Faltava definição de prazos. Havia grandes marcos, como a conclusão do satélite em si, mas os passos (ou marcos) intermediários, como a finalização dos sistemas e subsistemas, eram obscuros.

A definição dos marcos intermediários de competência da Engenharia e Tecnologia Espacial no INPE proporcionaria uma clareza maior na condução dos projetos, identificando alternativas na sua condução. Simultaneamente, criava meios de verificação (indicadores de acompanhamento) para o programa, bem como orientava o processo decisório quanto a desenvolver, contratar, subcontratar ou importar.

A mudança organizacional também foi determinante para o atendimento dos programas da MECB e posteriormente do CBERS, cuja metodologia de gestão matricial foi mantida. Por conseguinte, o novo arranjo foi fundamental para enfrentar a situação crítica da condução em paralelo dos dois programas distintos pela mesma divisão do INPE (ETE), sobretudo, na década de 90.

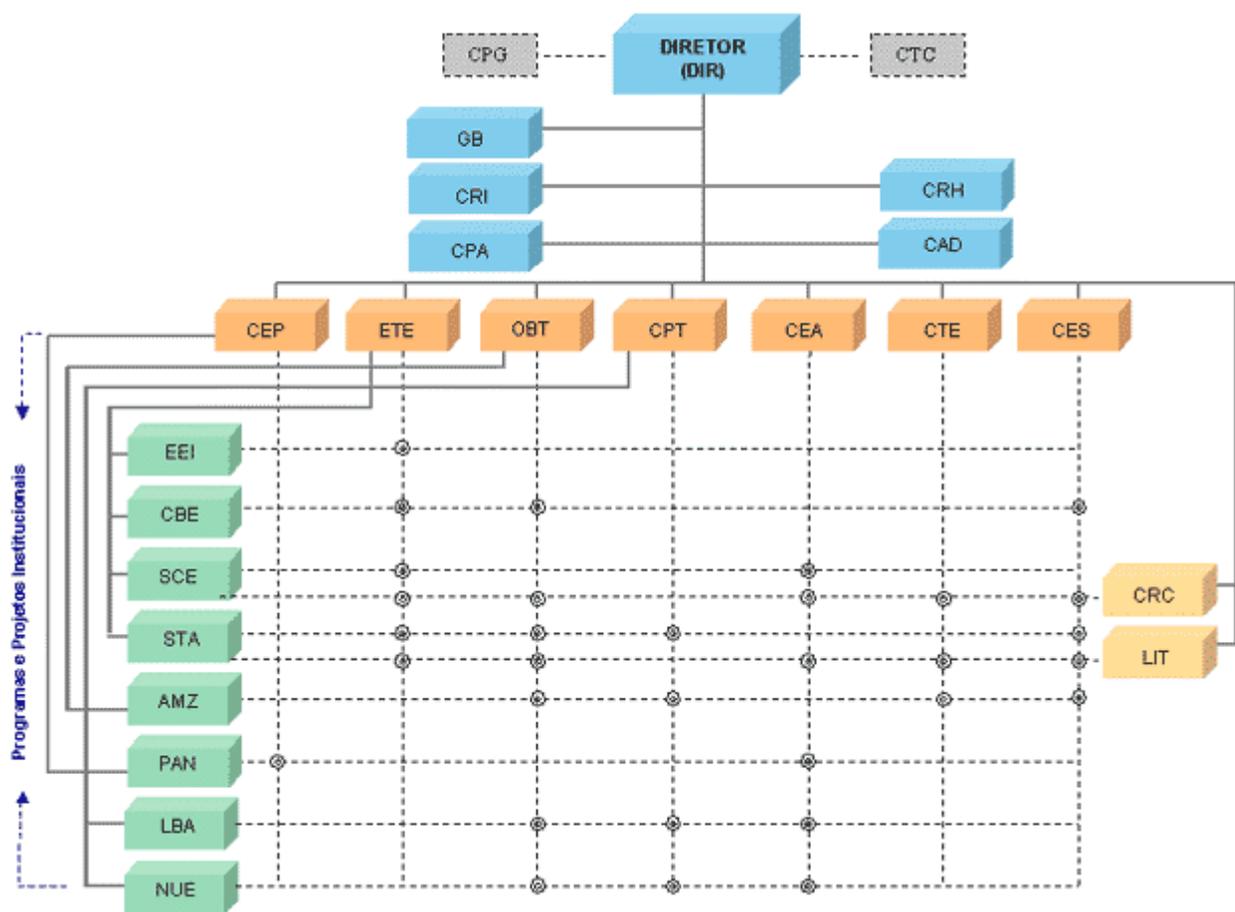
Após esta definição, o INPE implementou um processo de avaliação dos estágios de qualificação dos fornecedores nacionais com o objetivo de detectar potenciais parceiros. Não existia qualquer possibilidade de o Programa CBERS obter sucesso no desenvolvimento dos sistemas e subsistemas e na produção dos componentes internamente, como ocorrido em grande escala nos satélites da MECB. Por conseguinte, a participação dos fornecedores nacionais era imprescindível.

O modelo de gestão matricial adotado pelo INPE possui como base a existência de grupos de projeto, que atuam de forma autônoma dentro da instituição. São estabelecidos marcos de projetos, e o gerenciamento do programa transforma-se numa gestão por objetivos, que envolvem articuladamente projetos e unidades autônomas.

Este tipo de gestão facilita a rastreabilidade dos passos do projeto e, aliado à criação de uma documentação técnica sobre os processos, facilita a detecção de falhas. A documentação é tão importante quanto o processo em si, como parâmetro analítico: “a Nasa para cada kg de componente espacial, produz 10 kg de documentação técnica. O INPE produz aproximadamente 4 kg de documentação para cada kg de componente [...], os chineses não tinham uma tradição de documentação dos seus processos o que dificultava a relação com o INPE”. (entrevista com Mário Selingardi, 2003). Em outras palavras, um projeto espacial necessita de um grande detalhamento em todos os seus procedimentos a fim de se aumentar os requisitos de confiabilidade dos sistemas e subsistemas desenvolvidos.

O modelo de gestão matricial foi implementado não só para a gestão de projetos específicos (da área de Engenharia e Tecnologia Espacial), mas também para toda a instituição, conforme mostrado na figura 4.5.

**Figura 4.5: Estrutura Matricial do INPE**



**Síglas:** DIR = Diretor; CTC = Conselho Técnico Científico; CPG = Conselho de Pós Graduação; GB = Gabinete do Diretor; CRI = Coordenação de Relações Institucionais; CPA = Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação; CRH = Coordenação de Recursos Humanos; CAD = Coordenação de Administração; CEP = Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais; ETE = Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espacial; OBT = Coordenação Geral de Observação da Terra; CPT = Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos; CEA = Coordenação Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas; CTE = Centro de Tecnologias Especiais; CES = Centro Espacial de Cachoeira Paulista; CRC = Centro de Rastreamento e Controle; LIT = Laboratório de Integração e Testes; EEI = Coordenação do Programa da Estação Espacial Internacional; CBE = Coordenação do Programa Sino-Brasileiro – CBERS; SCE = Coordenação do Programa Satélites Científicos e Experimentos; STA = Coordenação do Programa Satélites de Aplicação; AMZ = Coordenação do Programa Amazônia; PAN = Serviço de Desenvolvimento do Projeto Antártico; LBA = Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (*Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia*); NUE = Serviço de Desenvolvimento do Projeto Núcleos Estaduais de Meteorologia, Climatologia e Hidrologia.

Fonte: [www.inpe.br/sobre\\_o\\_inpe/estrutura.htm](http://www.inpe.br/sobre_o_inpe/estrutura.htm) acesso em 20/04/2005

A razão para a adoção do modelo matricial em todo o instituto foi, nas palavras do então diretor Marco Antonio Raupp (1987:4), justificada da seguinte maneira: “O INPE apresenta um quadro de atividades bastante complexo, que vai desde a pesquisa pura até o desenvolvimento de produtos tecnológicos e quase a totalidade destas atividades se adapta a um sistema de controle da produção”.

No tocante ao relacionamento externo, o principal fórum de discussão é o Conselho Técnico Científico (CTC). A formalização deste órgão, que está diretamente ligado ao diretor do Instituto, permite uma política de conexão com os setores internos da instituição e facilita a definição das políticas do INPE bem como suas linhas de atuação.

Observando a figura 4.5, verificamos que o Programa CBERS (representado pelas iniciais CBE na matriz) possui vinculação direta com a área de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE), Observação da Terra (OBT) e com o Centro de Cachoeira Paulista (CES). A análise do aprendizado na área Observação da Terra com o Centro de Processamento de Imagens de Cachoeira Paulista não será considerado neste estudo, tendo em vista que a cooperação dos dois primeiros satélites foi exclusivamente na área de Engenharia e Tecnologia Espacial.

É importante ressaltar que, na visão do INPE, o mecanismo de gestão matricial é também o menos burocrático para tratar as relações com atores externos (fornecedores nacionais e atores cooperativos internacionais), à medida que oferece oportunidades para que unidades como o LIT e o CRC se relacionem com os atores externos sem a necessidade de demorados trâmites burocráticos dentro da instituição. Contudo essas relações mais independentes entre os segmentos não significam uma divisão patrimonial ou do pessoal do INPE.

O esquema do programa CBERS é apresentado na Figura 4.6. Para a composição do quadro, identificamos as gerências que contribuíram para a consecução do programa no âmbito do INPE, sendo elas: Divisão de Sistemas de Solo (DSS), Serviço de Manufatura (SMF), Departamento de Mecânica Espacial e Controle (DMC), Serviço de Garantia do Produto (SGP), Laboratório de Integração e Testes (LIT), Departamento de Eletrônica Aeroespacial (DEA), Centro de Rastreamento e Controle (CRC) e Serviço de Contratos (SCC).

A atribuição dos papéis de cada um dos atores internos (gerentes dos programas e gerentes de divisão) segue a seguinte lógica:

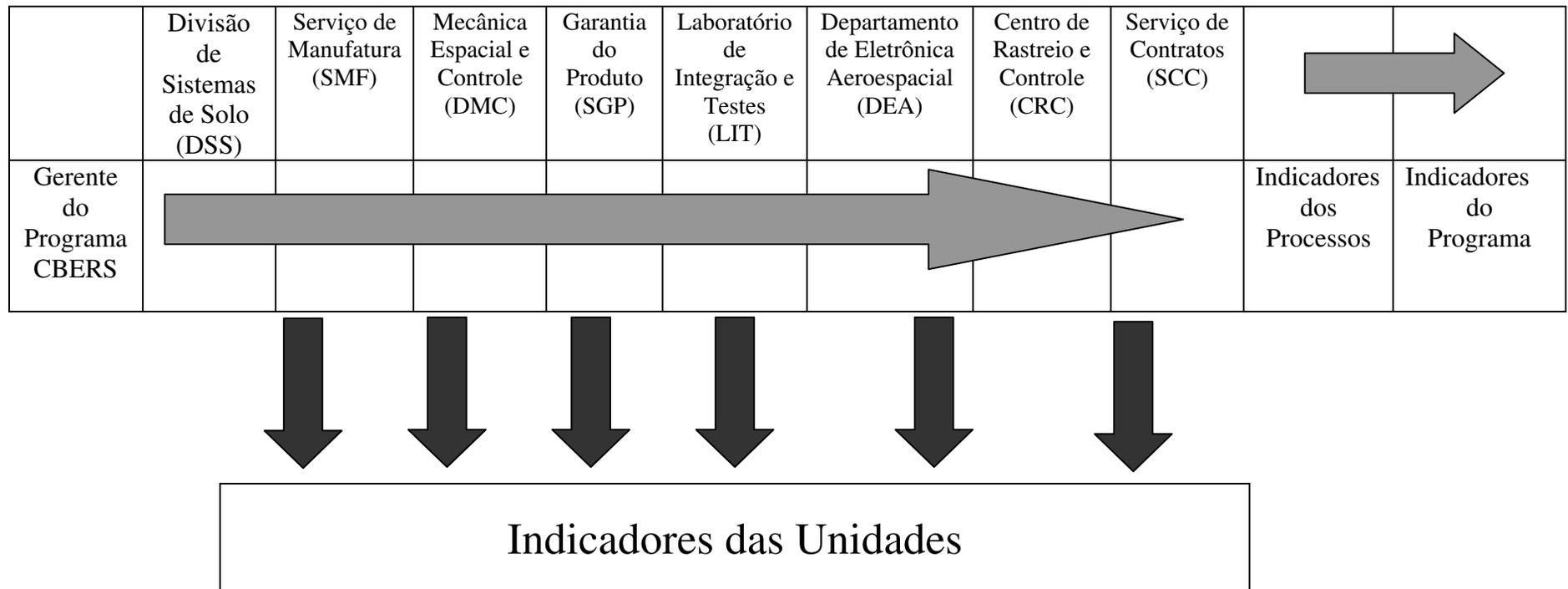
No tocante às atribuições do gerente do programa, deve-se estabelecer que a gestão se faça pelo controle dos processos, uma vez que o gerente não estará diretamente envolvido com a equipe do projeto e sim com os gerentes de divisão. Para o controle do processo, este tem como ferramenta um conjunto de protocolos que podemos denominar de meios de verificação (indicadores de processos).

Ademais, o papel do gerente de programa é fundamental para que sejam processadas as negociações com as unidades funcionais para o cumprimento das atividades propostas no escopo do projeto, para atingirem os indicadores de processo, bem como gerenciar os conflitos de interesse. Este gerente tem que ter o reconhecimento dos seus pares para que estes interesses sejam equacionados, ou seja, tem de haver um componente político na negociação e, principalmente, um componente técnico para que o gerente tenha condições de promover uma análise crítica no aperfeiçoamento do processo, visando a sua melhoria. No caso do programa CBERS, como visto no capítulo anterior, o gerente é o responsável direto por todas as modificações a que o projeto seja submetido, entre as fases de PDR e CDR, bem como a negociação externa com os chineses, normalmente processadas nos JPC's.

O gerente de divisão deve, sobretudo, garantir os recursos necessários para a competência funcional de sua unidade. Este gerente tem por objetivo garantir que a equipe do projeto, diretamente a ele vinculada, desenvolva as atividades necessárias à conclusão dos processos e estabeleça que a gestão da unidade se faça pelo controle dos indicadores da unidade.

Ademais, o gerente deve preocupar-se com as variáveis custo e tempo, que devem ser compassadas com as demais etapas do projeto, e negociar o cumprimento das atividades com os responsáveis pelo processo e com outros gerentes de divisão.

**Figura 4.6: Esquema da GESTÃO MATRICIAL - Programa CBERS**



Fonte: Pesquisa Unicamp, 2003.

As áreas analisadas no projeto são baseadas nas informações concedidas pelos seguintes gerentes do programa CBERS, desde o início da pesquisa: Carlos Eduardo Santana, Raimundo Coelho e Jânio Kono. Abaixo, uma descrição das áreas para que se tenha um melhor entendimento do papel desempenhado por cada uma delas.

**Desenvolvimento de Sistemas de Solo:** é responsável por toda a interface computacional utilizada nas manobras e no controle do satélite. Ademais é sua função estabelecer a compatibilidade entre o satélite em si e o centro de comando. A sua participação no CBERS foi dificultada, tendo em vista que os protocolos utilizados pela parte chinesa tiveram que ser “descobertos”, pois a CAST não os divulgou em sua totalidade. O principal desafio foi elaborar um *software* para a estabilização de satélite em três eixos, algo totalmente novo e diferente para os padrões do INPE, que fosse confiável e não aumentasse o consumo das baterias na realização das manobras de apontamento do CBERS.

**Serviço de Manufatura:** a grosso modo, é a indústria do INPE, onde são usinadas as peças cuja fabricação não foi repassada a terceiros. É também onde são construídos os protótipos de algumas peças e subsistemas, analisando-se o projeto mecânico já desenvolvido, para que eventuais erros de engenharia sejam corrigidos. No CBERS o serviço atuou na área de antenas, não só do satélite, mas também do segmento de solo e de alguns componentes do Sistema de Potência, como painel solar.

**Mecânica Espacial e Controle:** esta é uma das mais complexas áreas do instituto, dada a variedade do seu escopo de atuação. Embora tenha se iniciado em 1988, esta não foi estabelecida em função do CBERS, criado no mesmo ano. O Departamento de Mecânica Espacial e Controle (DMC) foi originado da fusão do Departamento de Engenharia Mecânica (Térmica, Propulsão e Estruturas) com o Departamento de Controle e Guiagem (Dinâmica Orbital e Controle). Sua atuação no programa CBERS foi feita em vários momentos, conforme as cinco grandes áreas de atuação:

- 1) Estruturas: desenvolvimento de todo o projeto mecânico dos componentes nacionais;
- 2) Térmica: análise da compatibilidade e das resistências dos materiais usados para os requisitos da missão;
- 3) Propulsão: estudos para a injeção em órbita do satélite e as interfaces com o lançador;
- 4) Dinâmica Orbital: segundo os conceitos de física a dinâmica é a parte da mecânica que estuda os movimentos. Neste contexto, os cálculos sobre aceleração do satélite e manutenção em órbita são alguns dos papéis que a área desempenhou;
- 5) Controle: desenvolvimento e testes de produtos/procedimentos de subsistemas de controle do CBERS.

**Garantia do Produto:** tem a função de um gerente de qualidade, que busca avaliar se os componentes produzidos estão em conformidade com as normas e padrões adotados. A garantia do produto também tem a função de rastrear os processos e sugerir eventuais redundâncias para aumentar a confiabilidade e, posteriormente, a vida útil dos sistemas e, por conseguinte, dos satélites.

**Laboratório de Integração e Testes:** tem a função de testar e qualificar componentes, subsistemas e sistemas do satélite. Um dos pontos críticos para o satélite é justamente a hora do seu lançamento, quando os componentes passam por variações bruscas de temperatura e de vibração. Os testes desenvolvidos no LIT são de: acústica, vibração e choque, testes ambientais e elétricos. O LIT foi construído para atender às necessidades da MECB e, posteriormente, foi se adaptando às necessidades do CBERS, com a construção de uma câmara para testes acústicos para o satélite de mais de uma tonelada.

**Divisão de Eletrônica Aeroespacial:** atua basicamente na construção da interface eletrônica dos satélites em quatro grandes áreas para o programa CBERS: Eletro-óptica – configuração dos sensores da câmera WFI; Supervisão de Bordo – configuração do DCS;

Suprimento de Energia – construção do modelo do OBDH e do PSS (*Power Supply System*); Telecomunicações e construção do modelo de TT&C (*Telemetry Tracking and Command*) – para a comunicação do satélite com o sistema de solo.

**Centro de Rastreo e Controle:** responsável pela gestão do sistema de solo, tem a função de acompanhamento (telemetria), controle do satélite, orientando e reposicionando sua e fazendo possíveis correções no sistema. O CRC do INPE enfrentou dois grandes desafios no programa CBERS: o primeiro, de controle de um satélite bem mais complexo que os SCD's, uma vez que os primeiros são estabilizados em três eixos e os SCD's tem uma trajetória spin (semelhante a um pião em movimento), bem mais simples de se estabilizar; o segundo desafio foi convencer o lado chinês de que o centro reunia condições de controlar o satélite, o que efetivamente ocorreu em duas oportunidades para o CBERS-1, conforme apresentado no capítulo anterior.

**Serviço de Contratos:** é a interface legal entre os fornecedores e o INPE. Por estar vinculado ao poder público, o serviço de contratos tem a função de regular, além de observar os trâmites relacionados à importação e expedição de material para a China, dentre outras. A cooperação com a China, em si, não trouxe nenhuma grande modificação nos trâmites já estabelecidos, pois ao gestor público só compete fazer aquilo que a lei determina.

Uma vez definidas as áreas da ETE envolvidas no programa CBERS e suas respectivas atribuições, na seção seguinte será feita uma análise do impacto organizacional a partir dos dados tabulados na pesquisa de campo.

#### **4.4 O Impacto Organizacional do Programa CBERS na ETE/INPE**

O impacto organizacional é um aspecto importante no entendimento dos ganhos que a cooperação tecnológica proporcionou ao INPE. Como mencionado anteriormente, a organização é uma ponte entre os objetivos *macro*, traçados na concepção do acordo tecnológico bilateral, e os objetivos *micro* da cooperação, identificados como ganhos científicos e tecnológicos, que serão analisados no capítulo seguinte.

Nesta seção, a fim de se fazer a análise proposta, serão utilizadas as tabulações feitas na pesquisa de campo a partir do questionário apresentado aos técnicos envolvidos na fabricação dos componentes do programa CBERS no INPE. Os itens do questionário foram apresentados no capítulo 1 deste trabalho e o questionário completo encontra-se no anexo 1.

Inicialmente, identificamos os gerentes de cada divisão do programa. Esta identificação foi feita em conjunto com o então diretor da ETE/INPE, Leonel Perondi, e são apresentados na tabela 4.1.

**Tabela 4.1 Caracterização das Divisões do INPE envolvidas no Programa CBERS**

<b>Entrevistado(a)</b>	<b>Tempo no Programa CBERS até 2003*</b>	<b>Divisão</b>	<b>O Programa CBERS foi o motivo para a criação da chefia?</b>	<b>Número de Funcionários exclusivos à chefia</b>
Edenilse Fátima Evangelista Orlandi	9 anos	Desenvolvimento de Sistemas de Solo (DSS)	Não	22
Milton de Souza Ribeiro	6 anos	Serviço de Manufatura	Não	30
Helio Koiti Kuga	7 anos	Mecânica Espacial e Controle (DMC)	Não	28
Otávio Santos Cupertino Durão	5 anos	Mecânica Espacial e Controle (DMC)/1992 - 1997	Não	40
José Iram Mota Barbosa	16 anos	Garantia do Produto	Não	13
Clovis Solano Pereira	15 anos	Laboratório de Integração e Testes (LIT)	Não	120 (60 funcionários + 60 bolsistas)
Mario Luiz Seligardi	14 anos	Eletrônica Aeroespacial (DEA)	Não	35
Pawel Rozenfeld	12 anos	Centro de Rastreamento e Controle (CRC)	Não	60
Benedito Donizeti M. Andrade	7 anos	Serviço de Contratos (SCC)	Não	3

\* O tempo no programa CBERS não significa, necessariamente, o tempo à frente da gerência.

Fonte: Pesquisa de Campo, 2003.

É necessário ressaltar que, segundo os preceitos da gestão matricial apontados no capítulo 1, o gerente da divisão tem um conhecimento sobre o processo desenvolvido ali bem maior que o gerente geral do CBERS, assim a experiência de programa conta muito quando se busca avaliar esse aprendizado. Além das perguntas do questionário, foi utilizado também o instrumento da entrevista não estruturada, onde se inicia a conversa com uma pergunta geral: “Vsa. poderia identificar qual o impacto do Programa CBERS na área da sua gerência?”, e posteriormente as perguntas teriam um caráter explicativo das narrações feitas.

Neste primeiro momento, nos preocupamos em avaliar as três formas de interação: entre as divisões; com os atores externos nacionais; e com atores externos internacionais como primeiro passo para o entendimento do impacto do CBERS na estrutura organizacional.

No tocante aos dados referentes à interação entre as divisões do INPE, partimos do pressuposto de que as divisões já detinham alguma experiência de projetos matriciais e que elas não foram criadas especificamente para o programa CBERS. Assim, a capacitação relacional entre as elas é um fator que conduzia a um aprendizado organizacional, tanto internamente (para as divisões), quanto para o instituto como um todo.

Além do questionamento acerca da interação entre as divisões, apresentado na tabela 5.8, também foi solicitado um esclarecimento sobre o grau desta interação, classificada em dois tipos:

- 1) **Interação para superação de entraves:** o projeto de engenharia foi desafiador de tal forma que se fazia necessária a participação de outras divisões para, num esforço conjunto de P&D, desenvolver o componente crítico do projeto.
  
- 2) **Interação como complementaridade de esforços:** existia uma necessidade, até mesmo pela complexidade dos sistemas, de que houvesse uma interação, mas esta não significou esforços conjuntos em P&D, ou houve um esforço muito baixo, tornando o ciclo do projeto estanque, no sentido de que cada divisão cuidava da sua parte com uma baixa interação entre as demais divisões.

A tabela 4.2 apresenta um alto grau de interação entre as divisões, conforme apresentado a seguir. Apenas a Divisão de Sistemas de Solo e o Serviço de Contratos indicaram não haver uma interação maior com as demais divisões do INPE. Em ambos os casos, seus gerentes foram enfáticos na afirmação, o que não significa que não houvesse interação, apenas que não houve um aumento na capacidade relacional já estabelecida.

**Tabela 4.2: Impactos na Interação entre as Divisões do INPE Derivados da Participação no Programa CBERS**

<b>Divisão</b>	<b>O Programa Trouxe uma interação maior com as demais divisões do INPE?</b>	<b>Em caso afirmativo, quais divisões?</b>	<b>Em que situações isto foi verificado?</b>
Desenvolvimento de Sistemas de Solo (DSS)	Não	-	-
Serviço de Manufatura	Sim	Divisão de Eletrônica Aeroespacial (DEA)	No Projeto de antenas, montagem, integração e testes do painel solar.
Mecânica Espacial e Controle (DMC)	Sim	Centro de Controle de Satélites (CCS); Divisão de Sistemas de Solo (DSS); Divisão de Eletrônica Aplicada (DEA); Divisão de Sistemas Espaciais (DSE)	CCS – Operação dos Satélites CBERS; DSS – Software do TMTC do CBERS; DEA – Computador de Bordo do CBERS; DSE – Sistemas, Seg. de Solo e Espacial.
Mecânica Espacial e Controle (DMC)/ 1992-1997	Sim	Divisão de Sistemas, na situação de contratado, Divisão de Sistemas de Solo para a implementação de <i>software</i> no Centro de Controle, Centro de Controle para a implementação, testes e operação de <i>software</i> .	-
Garantia do Produto	Sim	ETE, OBT, LIT.	A garantia do produto deve obedecer às normas internacionais e todos os componentes têm que ter o aval da divisão para agirem em conformidade com o projeto.
Laboratório de Integração e Testes (LIT)	Sim	ETE, CRC.	ETE – Revisão de Projetos/Análise de Resultados; CRC – Dados complementares relativos ao satélite
Eletrônica Aeroespacial	Sim	LIT, SGP.	LIT – Testes Ambientais, SGP – validação de componentes.
Centro de Rastreamento e Controle (CRC)	Sim	OBT	OBT – maior interação com os usuários
Serviço de Contratos (SCC)	Não	-	-

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2003.

Analisando a tabela 4.2, percebemos uma certa assimetria nas informações prestadas pelos gerentes de divisão. Se confrontarmos as situações em que o aumento das interações foi verificado pelos gerentes, em algumas dessas situações não há uma correspondência.

Isto se deve a dois motivos: primeiramente, por se tratar de tecnologias diferentes e papéis bem definidos, a interação foi muito mais por complementaridade de esforços (o segundo tipo descrito) do que por uma interação por superação de entraves, o que daria uma conotação mais participativa e mais marcante entre as divisões; o segundo motivo é que um grande esforço tecnológico para uma divisão pode não necessariamente ser um grande esforço para outra, passando despercebido.

É necessário ressaltar que, em duas situações, os gerentes das divisões identificaram aumento da interação com a ETE, ou seja, o papel do gerente de programa não era meramente o de um gerente da qualidade, mas também um intermediador de conflitos.

Segundo o Gerente do CBERS, Jânio Kono, a interação entre as divisões foi importante para resolver alguns problemas de engenharia dos CBERS. Apesar de similares, alguns dos problemas do CBERS-1 foram corrigidos no CBERS - 2, por exemplo:

- 1) **Software:** devido à dificuldade em obter as configurações do lado chinês, muito se fez de forma empírica com os dados fornecidos do CBERS -1, dentre eles, alguns protocolos de comando do satélite e dados referentes às imagens. Foi possível fazer uma melhoria nos *softwares* utilizados pelo INPE, dentre eles, os *softwares* para supervisão de bordo e o de controle de atitude.
- 2) **Controle do Satélite:** o CBERS-1, durante sua vida útil (1999-2003), entrou mais de dez vezes no modo de emergência, uma espécie de “piloto automático”, devido a problemas no seu controle, não carregando as baterias com a energia do painel solar. Não existia nenhuma garantia de que o satélite voltaria ao controle do segmento solo. Portanto, foram checados, não só o *software*, mas todas as interfaces do satélite e do segmento de solo, o

que diminui o gasto de hidrazina, o combustível que vai acoplado ao satélite, utilizado em situações de emergência, o que aumentou a vida útil do satélite.

- 3) **Softwares de Gestão do Programa:** embora a estrutura matricial seja a mais adequada à complexidade dos sistemas, ocorreu um aumento das encomendas, sobretudo depois que a plataforma multimissão (PMM) – uma continuidade dos satélites da MECB com uma complexidade maior – começou a ser implementada. Assim foi implementado o *Software* de Gestão PERT.
  
- 4) **Imagens do CBERS 1:** na primeira etapa do programa, as imagens CBERS não eram disponibilizadas de forma gratuita<sup>10</sup>, e a quantidade de usuários era pequena, portanto não houve um impacto muito grande. Em diversas oportunidades, o CBERS-1 passava de um a dois dias sem enviar imagens. A solução foi aumentar, na medida do possível, a potência dos equipamentos. Ademais, a câmera CCD não trazia a resolução de 60 metros que os chineses alegavam. O problema da imagem da câmera foi resolvido no CBERS-2 com a ajuda dos brasileiros, modificando-se mecanicamente o espelho, com a retirada de uma mola. A modificação eletrônica, mais complexa, não foi feita por questão de tempo e por necessitar uma modificação no projeto de engenharia do sensor que já estava construído.

Um trabalho desta magnitude só foi possível porque, desde o início do programa, o INPE abriu-se para o público externo. Na tabela 4.3 apresentamos uma tabulação das principais interações entre as divisões do INPE e os atores nacionais.

---

<sup>10</sup> Segundo informação da Divisão de Processamentos de Imagens (DPI/INPE), que comercializava as imagens, a imagem custava em média 60 reais.

**Tabela 4.3: Interação entre as Divisões do INPE e Atores Nacionais**

<b>Divisão</b>	<b>Houve interação com institutos públicos de pesquisa nacionais?</b>	<b>Em caso afirmativo, especificar.</b>	<b>Houve interação com fornecedores nacionais?</b>	<b>Em caso afirmativo, especificar.</b>
Desenvolvimento de Sistemas de Solo - DSS	Não	-	Não	-
Serviço de Manufatura	Não	-	Sim	Participação em reuniões de revisões com aprovação de projetos e liberação para a fabricação mecânica de subsistema do CBERS
Mecânica Espacial e Controle (DMC)	Sim	FEG/UNESP: Análise de caso na modelagem de efeitos dinâmicos no satélite	Sim	Contratação de serviços, componentes e subsistemas
Mecânica Espacial e Controle (DMC)/ 1992-1997	Não	-	Não	-
Garantia do Produto	Não	-	Sim	Acompanhamento dos contratos industriais, revisão do projeto, reuniões técnicas, auditorias, inspeções, aceitação do produto.
Laboratório de Integração e Testes (LIT)	Sim	Complementação de Medidas não disponíveis no LIT	Sim	Dispositivos fabricados ou desenvolvidos no Brasil testados no Laboratório
Eletrônica Aeroespacial	Não	-	Sim	Contratos para fornecimento de equipamentos e subsistemas
Centro de Rastreo e Controle (CRC)	Não	-	Não	-
Serviço de Contratos (SCC)	Não	-	Sim	Via contatos comerciais oriundos dos contratos

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2003.

É importante ressaltar que as interações com institutos públicos nacionais são pouco significativas, tanto no aspecto quantitativo (apenas duas divisões interagiram com institutos nacionais) quanto pelo papel desempenhado por estas interações, limitando-se apenas a serviços secundários ou medidas de calibração.

Ressalte-se que a especificidade das tecnologias do INPE realmente limitou a interação. Quando questionados se os institutos do CTA, ou até mesmo os grupos de pesquisas, não poderiam interagir, ouvimos respostas um tanto lacônicas de praticamente todos, num misto de afirmação de que faltava interesse de ambas as partes em cooperar e que faltava maior vontade política. Em nenhuma das entrevistas houve uma resposta enfática de que não seria possível a interação entre eles.

A tabela 4.4 também demonstra que as interações com atores nacionais realmente ocorreram com os fornecedores. As interações deram-se por meio de treinamentos e co-desenvolvimento. Os equipamentos eram configurados no INPE e desenvolvidos nas empresas. As interações apresentadas excluem qualquer interação informal, ou seja, aquelas que não foram processadas via contratos. Assim, construímos a tabela 4.4, adaptando as informações fornecidas pelo Serviço de Contratos (SCC) do INPE, que cuidou dos contratos formais do Programa CBERS.

**Tabela 4.4 Contratos com Atores Nacionais Relacionados ao CBERS**

<b>Objeto</b>	<b>Subsistema</b>	<b>Subprograma do INPE envolvido</b>	<b>Empresa Executora</b>	<b>Empresas Subcontratadas</b>
Projeto, fabricação e testes dos equip. AOCC e LTUs	AOCS	CBCKM0/DEA	ELEBRA	EMBRAER, INDUPAR, MICROELETRÔNICA, GALVANUM G. RUSSEF, ANVIAL CASE
Projeto, fabricação e testes dos equip. CTU e RTU	OBDH	CBFAM0/DEA	ELEBRA	EMBRAER, INDUPAR, MICROELETRÔNICA, GALVANUM G. RUSSEF, ANVIAL CASE
Fabricação dos equipamentos SSPA	IRMSS-DT	CBKEM0/DEA	ELEBRA	NEURON, CONQUALIT
Projeto, fabricação e testes dos equip. de teste para o subs. PSS	EGSE / PSS	CBR0M0/LIT	ELEBRA	MICROELETRÔNICA, TAUNNUS, INDUPAR, GALVANUM G. RUSSEF, ANVIAL CASE
Proj. engenharia transmissor UHF/Diplexer	DCS	CBL0M0/DEA	ELEBRA	
Confecção de partes mecânicas do Transponder TMTC	TT&C	CBNBM0/DEA	Aeroeletrônica	
Serv. especializados técn. e de engenharia ref. a mont., integr. e testes da estrutura, antenas, WFI, Transp. PCD, transmissor UHF e Diplexer, Shunt, BDR e Conversores.	Estrutura, WFI, PSS, DCS, TT&C	CBD0M0/DEA, CBLDM0/DEA, CBNBM0/DEA, CBL0M0/DEA, CBS0M0/DEA, CBA0M0/CBE	FUNCATE	AEROELETRÔNICA, AKROS, CCG, COMPSIS, DIGICON, FIBRAFORTE, MICROMAX, NEURON, LEG, R-CUBED
Vários subsistemas	(idem)	(idem)	FUNCATE	
Fabricação das antenas Banda-S (para subs. TT&C) e antenas Banda-S e UHF (para subs. DCS)	DCS, TT&C	CBLDM0 e CBNBM0/DEA	ESCA	NEURON, FIBRAFORTE
Fabricação dos equipamentos Transponder PCD	DCS	CBL0M0/DEA	ESCA	NEURON, DIGICON
Fabricação dos equipamentos Transmissora de UHF e Diplexer	DCS	CBL0M0/DEA	ESCA	NEURON, DIGICON
Projeto, fabricação e testes de instrumentos imageadores	WFI	CBS0M0/DEA	ESCA	NEURON, DIGICON, MECTRON, MICROMAX, OCA, PRA

Fabricação dos equipamentos Shunt, BDR e Conversores	PSS	CBD0M0/DEA	ESCA	NEURON, DIGICON, AEROELETRÔNICA, FIBRAFORTE, CONQUALIT
Fabricação das estruturas mecânicas	Estrutura	CBA0M0/CBE	ADE CONSÓRCIO	ESCA, DIGICON, AKROS, FIBRAFORTE, R-CUBED
Fabricação e testes dos modelos de qualificação (MQ) e modelos de vôo (MV) dos Transponders TMTC	TT&C	CBN0M0/DEA	Tecnasa/ Tectelcom	INDUSMEC, CDT/ETEP
Fabricação da parte elétrica do SAG (gerador solar)	PSS	CBDQE0/DEA	DIGICON	
Serv. implementação infra-estrutura terrestre relac. ao sat. CBERs, adequação do desempenho de equipamentos e estudo da concepção de futuros satélites da família	Gerenciamento	C000M2/GCC	FUNCATE	
Substituição de circuitos integrados em equipamentos RTU e CTU do OBDH	OBDH	CBFAM0/DEA	ELEBRA	
Serviço para recuperação dos equipamentos WFI	WFI	CBS0M0/DEA	FUNCATE	
Serviços de montagem, integração e testes do Gerador Solar e retrabalhos no subsistema WFI	PSS e WFI	CBDQE0/DEA e CBS0M0/DEA	FUNCATE	
Serv. Desenv. Software para atualiz. Sistemas de processamento de dados de imagens dos CBERs 1 e 2	Aplicações	CAE0M0/CBE	GISPLAN	
Serv. Desenv. Software para processamento de dados de imagens dos CBERs 2	Aplicações	CAE0M0/CBE	GISPLAN	
Serviços técnicos especializados de apoio à campanha de lançam. do CBERs-2	Gerenciamento	C000M1/CBE	FUNCATE	

Fonte: SCC/INPE

(\*) As células solares adquiridas da CAST foram insumos para a MBB fabricar os módulos solares e estes, por sua vez, foram insumos para a DIGICON.

**Nome e localização das empresas:**

ADE CONSÓRCIO – Barueri/SP

AEROELETRÔNICA – Indústria de Componentes Aviônicos S.A. – Porto Alegre/RS

DIGICON S.A. – Controle Eletrônico para Mecânica – Gravataí/RS

ELEBRA – Sistemas de Defesa e Controle Ltda. – São Paulo/SP

ESCA – Engenharia de Sistemas de Controle e Automação S.A. – Barueri/SP

FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – São José dos Campos/SP

GISPLAN – Tecnologia da Geoinformação S/C Ltda. – Rio de Janeiro/RJ

TECTELCOM Aeroespacial Ltda. – São José dos Campos/SP

O aprendizado dos fornecedores nacionais derivado da participação no programa CBERS foi analisado em trabalho anterior<sup>11</sup>. Embora não esteja no escopo desta tese fazer uma avaliação do aprendizado dos fornecedores, é importante ressaltar que, analisando a tabela 4.4, verificamos que a interação entre o INPE e esses fornecedores provocou um impacto organizacional no setor aeroespacial, onde muitos dos contratos foram realizados sob forma de subcontratação.

Como havíamos comentado no capítulo anterior, verificamos que uma parcela significativa dos contratos foi assumida pela FUNCATE em decorrência da falência da ESCA. Porém, segundo o gerente da DEA, isto não afetou o aprendizado da divisão. O fato de a FUNCATE ser a *prime-contractor* do INPE foi apenas uma forma de garantir a continuidade do programa num momento crítico do projeto.

É importante ressaltar que aqui não estamos defendendo que a falência da ESCA não trouxe problemas ao programa. Contudo esses problemas não interferiram no aprendizado tecnológico do INPE, o foco da análise proposta neste trabalho.

Na construção da tabela 4.5, fizemos o mesmo exercício com as interações dos atores externos para identificar as interações com os atores internacionais. Primeiramente, foi analisada a interação com os fornecedores internacionais. No tocante a este item, convém ressaltar os seguintes parâmetros:

---

<sup>11</sup> Vide Furtado, A. T. & Costa Filho, E.J. (2001) Avaliação dos Impactos Econômicos do CBERS: um estudo dos fornecedores do INPE. DPCT/IG/UNICAMP. Mimeo, 82 pp.

- 1) O segmento solo, compreendido pela divisão de sistemas de solo e o centro de rastreio e controle, não utilizou nenhuma forma de interação com fornecedores internacionais. Conforme visto na tabela 4.5, também não houve interação com os fornecedores nacionais. Assim, podemos concluir que o segmento foi um dos mais endógenos no tocante ao seu aprendizado. Foi também patente a verificação de que o aprendizado do segmento solo se deu com o surgimento dos gargalos e não havia uma demanda pré-definida que ocasionasse um contrato formal.
- 2) Em termos percentuais, as principais contribuições da parte brasileira para o programa CBERS foi na área de *software* e na parte de mecânica – sobretudo na parte de estruturas mecânicas. Assim, a DMC não precisou subcontratar ou estabelecer parcerias com fornecedores internacionais.
- 3) As demais divisões, excluindo-se o segmento de solo e a DMC, tiveram interações com os fornecedores internacionais, porém a interação foi caracterizada pelo fornecimento de peças, sendo que a configuração dos sistemas e subsistemas ficou a cargo do Brasil. Neste contexto, o aprendizado interativo foi restrito.

No tocante à interação com a CAST, nota-se que a estrutura matricial, empregada na gestão do projeto, facilitou o envolvimento de todas as divisões com a parte chinesa, conforme apresentado a seguir, na tabela 4.5.

**Tabela 4.5: Interação entre as Divisões do INPE e Atores Estrangeiros**

<b>Divisão</b>	<b>Houve interação com fornecedores estrangeiros?</b>	<b>Em caso afirmativo, especificar</b>	<b>Houve interação com a CAST?</b>	<b>Em caso afirmativo, especificar</b>
Desenvolvimento de Sistemas de Solo – DSS	Não	-	Sim	Indiretamente a CAST interagiu por meio das revisões dos projetos e troca de informações técnicas com o grupo de desenvolvimento.
Serviço de Manufatura	Sim	Inspeção e recebimento de estruturas para o painel solar (China).	Sim	Integração e testes do painel solar dos satélites; Reunião de avaliação do SAG ( <i>Solar Array Generator</i> ); entrega do SAG para integração e vôo.
Mecânica Espacial e Controle (DMC)	Não	-	Sim	Grupo de Estrutura, Grupo de Controle térmico e grupo de Dinâmica Orbital interagem na fase de projeto, manufatura e aceitação.
Mecânica Espacial e Controle (DMC)/ 1992-1997	Não	-	Sim	Como projeto em conjunto, todas as atividades específicas tiveram de ser realizadas em harmonia com os desenvolvimentos feitos pela CAST.
Garantia do Produto	Sim	Acompanhamento dos contratos industriais, revisão do projeto, reuniões técnicas, auditorias, inspeções, aceitação do produto.	Sim	Gestão da configuração, revisão de projeto, reunião de coordenação, campanha de AIT, EQM, FM1, FM2, Campanha de lançamento FM1, FM2.
Laboratório de Integração e Testes (LIT)	Sim	Fornecimento de componentes, equipamentos e dispositivos no exterior, assessoria técnica em temas pontuais.	Sim	Trabalho conjunto de montagem, integração e testes; Testes do satélite em órbita; especificação de equipamentos de testes elétricos e suporte mecânico; desenvolvimento de <i>software</i> de controle de equipamentos de testes/satélite.
Eletrônica Aeroespacial	Sim	Contratos - gerador solar / Alemanha.	Sim	Reuniões técnicas, revisões de projeto.
Centro de Rastreo e Controle (CRC)	Não	-	Sim	Preparação do manual de operações do CBERS; Recuperação de contingências do CBERS-1.
Serviço de Contratos (SCC)	Sim	Via contatos comerciais oriundos dos contratos	Sim	Por meio da contratação mútua e logística de importação e exportação.

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2003.

A quantidade de contratos internacionais com fornecedores foi bem menor do que a de contratos nacionais, além do mais, os contratos eram, em sua grande maioria, para o fornecimento de componentes específicos.

É interessante ressaltar que, em grande parte, os contratos feitos foram com a própria parte chinesa (CAST, CGWIC e CLTC). Devido a este rearranjo, chegou-se ao percentual de 27% da participação brasileira no lugar dos 30% propostos no cronograma inicial.

Ademais, os contratos internacionais, via de regra, também versam sobre os serviços de lançamento, que não estavam propostos como item de cooperação no programa CBERS.

Alguns dos contratos internacionais, embora utilizados para o programa CBERS, possuem um caráter perversivo, como os contratos efetuados pelo LIT em função das tarefas de AIT do FM-2 no Brasil, conforme apresentado na tabela 4.6 a seguir.

**Tabela 4.6 Contratos com Atores Estrangeiros Relacionados ao CBERS**

<b>Objeto</b>	<b>Subsistema</b>	<b>Subprograma do INPE envolvido</b>	<b>Empresa Executora</b>
Serviços de lançamento de dois satélites em lançadores Longa Marcha 4 (LM-4), no Centro de Lançamento de Taiyuan.	Gerenciamento	C000M1/CBE	CGWIC
Fabricação de itens da estrutura mecânica (partes críticas).	Estrutura	CBA0M0/CBE	CAST
Módulos solares para o gerador solar (SAG).	PSS	CBDQE0/DEA	MBB / DASA
Subcontratos INPE/CAST.	Gerenciamento	C000M1/CBE	CAST
Transferência de tecnologia-chave de operação e admin. de telemetria, rastreamento e controle do CBERS da CLTC para o INPE.	Gerenciamento	C000M1/CBE	CLTC
Fornecimento, instalação e testes de subsistema para recepção dos dados transmitidos pelos instrumentos CCD, IRMSS e WFI.	Aplicações	CAE0M0/DGI	SCIENTIFIC ATLANTA
Proj., desenvolv., fornecim. e integração de um sistema para gravação e processam. dos dados transmitidos pelos instrumentos CCD, IRMSS e WFI.	Aplicações	CA00M0/CES	MATRA CAP SYSTÈMES
Serviços de fornecimento de suporte ao lançamento.	Gerenciamento	C000M2/GCC	CAST
Fornecimento de uma câmara acústica reverberante para aplicações espaciais.	AIT	CB00A0/LIT	WYLE LABORATORIES
Fabricação de uma bateria para o FM2.	PSS	CBDQ E0/DEA	CAST
Montagem, integração e testes (AIT) do FM2 no LIT/INPE.	AIT	CB00A0/LIT	CAST
Fornecimento de componentes eletrônicos com qualificação espacial para o CBERS-2.	Gerenciamento	CB00E0/CBE	EUROFARAD

Fonte: SCC/ INPE

**Nomes das empresas, Agências e País de origem:**

AEROSPATIALE – Societé Nationale Indutrielle (França)  
CAST – Chinese Academy of Space Technology (China)  
CGWIC – China Great Wall Industry Corporation (China)  
CLTC – China Satellite Launch and Tracking Control General (China)  
DASA – Daimler-Benz Aerospace (Alemanha)  
EUROFARAD (França)  
MATRA CAP SYSTEMES – MCS (França)  
MBB – Messerschmitt-Bolkow-Blohm – GMBH (Alemanha)  
SCIENTIFIC ATLANTA INC. (EUA)  
WYLE LABORATORIES INC. (EUA)

Pela análise das últimas tabelas, podemos concluir que a gestão do INPE no programa CBERS buscou nacionalizar o máximo possível dos contratos sob sua responsabilidade e, assim, ter uma oportunidade de interação com os atores nacionais. Esta estratégia tecnológica, voltada ao co-desenvolvimento com os fornecedores nacionais, foi, sem dúvida, um dos pontos fortes do aprendizado institucional.

No tocante aos fornecedores internacionais, de quatro nacionalidades – chinesa, francesa, alemã e norte-americana, todos eles forneceram componentes ao programa CBERS. Portanto, o programa foi uma oportunidade de aprofundamento das relações comerciais das empresas responsáveis pelos contratos com o INPE. A propósito, a Aeroespatiale, Matra (França) e a DASA (Alemanha) já haviam participado do programa da MECB.

## **Comentários Finais**

O INPE consolidou suas atividades na área de Engenharia e Tecnologia Espacial nos anos oitenta quando o Instituto montou uma estrutura para atender ao desenvolvimento dos satélites da MECB. Logo na primeira metade da década concluiu-se que a estrutura do Instituto seria inadequada para a gestão de projetos complexos.

O início da Nova República e a criação do MCT impuseram novos desafios ao INPE, dentre eles um rearranjo institucional a fim de que fosse possível a condução de projetos tecnológicos e que as funções do Instituto pudessem contemplar as áreas de pesquisa e pós-graduação, meteorologia, observação da terra e engenharia e tecnologia espacial. A solução encontrada foi a modificação da estrutura gerencial de forma a adaptá-la aos modelos gerenciais de gestão de programas tecnológicos multidisciplinares.

A gestão matricial se caracteriza pela existência de um gerente geral, denominado de gerente de programa e gerentes de divisão – responsáveis técnicos pelo desenvolvimento dos produtos encomendados. Assim, o gerente de divisão é o responsável mais direto pelo chão-de-fábrica do projeto.

Após a constatação deste aspecto, o processo de avaliação do aprendizado foi focado na aplicação dos questionários aos gerentes das divisões, complementando a avaliação com a realização de um conjunto de entrevistas a fim de que os dados apresentados pudessem ser detalhados e apresentados ao longo do capítulo.

Embora o processo seja bastante subjetivo, o que dificultaria o processo de avaliação do aprendizado, foi possível consolidar os dados após o processo de entrevistas com os principais envolvidos no programa.

No tocante ao processo de aprendizado institucional, identificamos como as áreas onde ocorreram os principais ganhos o segmento de solo, o desenvolvimento de *softwares*, estruturas e a área de integração de testes do Instituto.

A dificuldade relacional com os chineses promoveu um aumento no desafio tecnológico, sobretudo na área de controle do satélite, onde grande parte dos protocolos de controle teve de ser ‘descoberto’ empiricamente. O INPE conseguiu passar pelo ‘teste de fogo’ controlando o satélite, a partir dos protocolos criados e sem causar problemas ao desempenho do satélite.

A negociação para a realização da AIT do FM-2 no Brasil proporcionou ao LIT um aprendizado nos testes de satélite completo. No CBERS-1, o LIT realizou a AIT de peças e subsistemas. A integração do satélite inteiro, além de capacitar o INPE neste tipo de serviço, proporcionou uma economia de tempo de aproximadamente 6 meses, tendo em vista que os laboratórios chineses não eram localizados no mesmo local como o brasileiro.

Na área de estruturas, o aprendizado do INPE foi em parte favorecido pelos fornecedores. Tentou-se nacionalizar o máximo possível de encomendas, identificado pela análise dos contratos internacionais que se resumiram a apenas alguns componentes e os serviços de lançamentos.

## **CAPÍTULO V:**

### **O Programa CBERS e seu Impacto no Aprendizado Científico e Tecnológico do INPE**

#### **Introdução**

Nos capítulos anteriores, buscamos ressaltar o papel do programa CBERS como uma forma de materialização da cooperação sul-sul entre Brasil e China. Destacamos, sobretudo, os aspectos macro – relacionados aos fatores políticos – e os aspectos meso da cooperação – os fatores organizacionais – relativos ao INPE, por abrigar a cooperação pelo lado brasileiro.

No entanto, a cooperação internacional, num programa tecnológico *Mission Oriented*, a exemplo do CBERS, também traz ganhos no aprendizado interativo, ou seja, a partir da premissa de que existe um foco bastante específico e que este é determinado pela missão espacial. Onde há uma divisão dos custos e dos desafios tecnológicos, existem ganhos de sinergia entre os parceiros *vis-a-vis* a participação no programa.

Embora a cooperação tenha se processado num ambiente macro, onde os entendimentos do Acordo-Quadro de cooperação internacional foram processados entre os Estados, a convergência para os parceiros da cooperação – INPE e CAST, para a construção do satélite, concentrou o aprendizado científico e tecnológico nestas instituições.

No capítulo quatro, trouxemos a perspectiva do aprendizado organizacional do INPE, derivado da participação do Programa CBERS. Relacionamos este aprendizado, sobretudo, à adoção do modelo de gestão matricial do projeto, como um fator central na consecução das etapas do programa sob responsabilidade brasileira. Neste capítulo, a preocupação é identificar os ganhos científicos e tecnológicos partindo da premissa de que a cooperação sino-brasileira apresenta duas naturezas interativas. Na primeira, as equipes trabalharam conjuntamente, pelo menos de forma parcial, ou seja, são criadas duas equipes para realizar o mesmo trabalho, onde se identificou a presença de mecanismos de aprendizado. As áreas de integração e teste e o centro de rastreamento e controle são os exemplos desta primeira forma de interação. Na segunda, as equipes

trabalharam a partir de esquemas pré-determinados e discutidos nas reuniões JPC. Qualquer problema de configuração ou de engenharia do sistema era levado a esta instância e lá, após algumas discussões, eram apresentadas as soluções. Assim, podemos identificar que o primeiro processo era muito mais interativo e dinâmico, enquanto o segundo era mais burocrático e pontual, tendo em vista que as soluções demandariam um certo tempo.

Este capítulo busca apresentar as análises dos impactos científicos e tecnológicos, tabulados na pesquisa de campo, e tem como objetivo complementar a análise iniciada no capítulo anterior, cuja preocupação foi identificar os impactos organizacionais. Além da tabulação dos dados, utilizamos as entrevistas com os gerentes das divisões participantes do programa CBERS no INPE para compor a análise que se segue.

O capítulo está dividido em três seções, além da presente introdução. Na primeira seção são tabulados os dados referentes ao impacto tecnológico derivado da cooperação com os chineses e da participação no programa CBERS. Na segunda seção são analisados os impactos científicos, sob a lógica da cooperação. Na última seção, são feitos os comentários finais.

### **5.1 O Impacto Tecnológico do Programa CBERS na ETE/INPE**

A cooperação sino-brasileira, por sua natureza de programa tecnológico, causou impacto na gestão de projetos do INPE, refletindo-se na estrutura organizacional do instituto, o que anteriormente havíamos apontado como um impacto *meso*, dentro da lógica da cooperação. Este impacto organizacional serve também como ponte entre o impacto macro – referente aos objetivos do acordo diplomático, e o impacto micro – referente ao impacto científico e tecnológico *stricto sensu*, verificado a partir da análise do aprendizado tecnológico dentro do INPE. Este impacto foi um dos mais importantes divisores de água para a área de Engenharia e Tecnologia Espacial do Instituto. O programa CBERS se destacou no INPE pela sua complexidade tecnológica e pelo desafio de ser parceiro de um país que até então não mantinha nenhum histórico de cooperação na área.

Por outro lado, o aspecto do desafio tecnológico, que será objeto de análise nesta seção, foi de certa forma atenuado, pois na divisão das responsabilidades entre Brasil e China, o Brasil ficou responsável por 30% dos componentes do CBERS-1 e 2. O INPE modificou sua estrutura de gestão de projetos, que havia sido criada para abrigar os satélites da MECB, para adaptar-se ao Programa CBERS.

Vale ressaltar que, devido ao modelo de contratação dos projetos obedecer à estrutura matricial, onde o gerente do Programa CBERS contrata a divisão de engenharia, o papel do gerente de divisão é fundamental para avaliar os impactos do aprendizado. Ademais, a divisão do trabalho, a partir da configuração matricial, também favorece a distribuição do aprendizado tecnológico entre as várias divisões participantes do programa, ao passo que os desafios tecnológicos do programa são tratados de forma segmentada.

O gerente de divisão serve de interface entre o gerente do programa CBERS e o "chão de fábrica" nas divisões. Nem sempre o gerente do Programa CBERS tem a medida exata dos impactos nas áreas específicas, assim como nem sempre os funcionários das divisões têm uma idéia do todo, e este foi o principal argumento para a escolha das pessoas entrevistadas.

Em determinada ocasião, o gerente da divisão de Mecânica Espacial e Controle (DMC), Helio Kuga, recomendou que fosse feita também uma entrevista com o gerente anterior da divisão, Otávio Durão, tendo em vista que, com a modificação do acordo que previa a posterior inclusão do SACI como carga útil do CBERS-1 e a criação e testes de modelos de qualificação com a transferência de alguns testes do CBERS-2 para o Brasil, a DMC presenciou lógicas distintas nos anos noventa, que influenciariam a mensuração dos impactos do aprendizado.

As divisões participantes do programa foram descritas no capítulo anterior. Na avaliação do aprendizado buscou-se estabelecer o grau de envolvimento de cada uma das divisões no Programa CBERS.

O que inicialmente nos chamou a atenção foi que nenhuma nova divisão ou nova área foi criada para atender ao programa CBERS. Neste contexto, a hipótese que levantamos, corroborada na entrevista com o gerente do Programa (Entrevista Jânio Kono, 2004), é a de que o processo de inovação tecnológica foi um pouco mais conservador, na medida em que buscou-se adaptar a participação nacional de 30% nos CBERS-1 e 2 às competências e à estrutura organizacional já existente, ou que, pelo menos, fossem obtidas com um grau de incerteza menor. Esse ponto foi fundamental para entender o processo de negociação entre chineses e brasileiros. Ressalte-se também que o projeto do CBERS já estava em andamento no lado chinês e sem a participação brasileira, o que culminou com uma escolha dos sistemas e subsistemas pela parte nacional de uma forma um pouco mais conservadora.

Um importante aspecto também verificado foi o envolvimento percentual das divisões com o programa e o número de componentes desenvolvidos, apresentados na tabela 5.1.

Esta tabela foi organizada a fim de se fazer uma distinção entre componentes e componentes críticos. Consideramos como desenvolvimento de componentes críticos aquele que exigiu algum esforço adicional de engenharia, ou até mesmo de P&D. Este esforço poderia ser apontado pelos gerentes como um conhecimento que foi gerado à medida que se apresentaram gargalos no projeto.

**Tabela 5.1: Participação das Divisões do INPE no Desenvolvimento dos Sistemas e Subsistemas do Programa CBERS**

Divisão	Percentual da divisão envolvida no Desenvolvimento dos Componentes do Programa	Número de Componentes Desenvolvidos	Em caso de existir algum componente, qual?	Existiu algum componente crítico desenvolvido a partir da participação do Programa CBERS?	Em caso afirmativo, qual?
Desenvolvimento de Sistemas de Solo - (DSS)	25%	2	Sistema de <i>Software</i> para Rastreo e Controle do CBERS - TMTC; Processador de Telecomando e Telemetria - PTT.	não	-
Serviço de Manufatura	20%	4	Projeto Mecânico e Fabricação de protótipo das antenas, Processo de montagem e integração de painel solar.	não	-
Mecânica Espacial e Controle (DMC)	25%	-	-	sim	Controle e operação de satélites mais complexos, projeto de estruturas mecânicas espaciais e mecanismos (BAPTA)
Mecânica Espacial e Controle (DMC)/ 1992-1997	20%	3	Controle Térmico do compartimento da bateria; <i>software</i> de controle de solo, <i>software</i> de manobras de correção de órbita	sim	<i>Software</i> de manobras
Garantia do Produto	60%	-	-	não	-
Laboratório de Integração e Testes (LIT)	25%	-	Foram feitos serviços relacionados a integração e testes dos modelos, EQM, FM1, FM2. Testes nos modelos radioelétricos, estruturais, térmicos e de engenharia; aquisição, testes e qualificação de componentes/qualificação de subsistemas, Desenvolvimento de Amplificadores de Carga e condicionadores <i>Straingages</i> e <i>Softwares</i> associados.	sim	Solda em titânio para sistemas de propulsão, análise de falhas em componentes específicos, concepção e implementação do banco de testes (EGSE), Desenvolvimento de projetos Mecânicos (MGSE)
Eletrônica Aeroespacial (DEA)	90%	10	DCS, WFI, OBDH, PSS (Eletrônico e Gerador Solar), TT&C, AOCC, Antenas	sim	Projeto, integração e Testes de Gerador Solar; Desenvolvimento da Câmera WFI
Centro de Rastreo e Controle (CRC)	50%	3	Especificações do Plano de Operação de Vôo dos CBERS-1 e 2; Especificação do Simulador do CBERS	sim	Manobra de órbita, planejamento de imageamento fora da visibilidade da Estação de Cuiabá.
Serviço de Contratos (SCC)	-	-	-	não	-

Fonte: Pesquisa de Campo, 2003.

Embora não tenha sido feito nenhum teste estatístico para corroborar os percentuais da divisão envolvida, foi amplamente questionado, na etapa subsequente ao preenchimento dos questionários, a forma de calcular o indicador. À exceção do LIT, todas as unidades do INPE envolvidas no CBERS computaram o percentual de duas formas: tempo médio de envolvimento dos engenheiros responsáveis pelo processo no programa CBERS em relação ao somatório das demais tarefas; ou quantidade de engenheiros dedicados exclusivamente à função em relação ao contingente total de funcionários.

No caso do LIT, seu gerente comentou que existiam determinadas tarefas que envolviam todo o laboratório, sobretudo nas etapas desenvolvidas durante as visitas chinesas ao INPE para inspecionar os componentes. O LIT, que trabalha sob encomenda, só se dedicava ao CBERS por períodos muito curtos e com um alto grau de especificidade. Assim, o laboratório não tinha uma rotina semelhante às demais divisões do programa e, quando era solicitada sua atenção para a integração e testes, estes eram feitos no menor tempo possível. Questionado quanto isto representaria no total dos trabalhos do LIT, a resposta foi de 100%. Sobre o outro questionamento do *quantum* de funcionários, chegou-se a aproximadamente 25%. Questionado se este não seria o valor correto, o gerente responsável pelo LIT preferiu deixar os 100% em seu questionário, o que foi mantido na tabulação final. Porém, modificamos o indicador para 25% a fim de manter o rigor e o parâmetro de análise com os demais.

Três outras áreas tiveram o envolvimento maior ou igual a 50% no Programa CBERS: o Centro de Rastreamento e Controle, a Divisão de Eletrônica Aeroespacial e o Serviço de Garantia do Produto. À exceção da Garantia do Produto, que contou com o envolvimento de 60% do seu contingente no programa, as duas outras divisões tiveram que desenvolver conhecimentos críticos para atender à demanda. Questionado sobre o porquê do envolvimento da Garantia do Produto, seu gerente respondeu que existiu necessidade de acompanhamento de várias etapas do projeto desde os componentes, passando pelos sistemas e subsistemas. Outrossim, os requisitos de qualidade foram desenvolvidos na época dos satélites da MECB. Segundo suas palavras: “Aprendemos a desenvolver a Garantia do Produto com os SCD’s [...], esta realmente foi a nossa escola [...]. O CBERS foi uma oportunidade de aperfeiçoamento dos conhecimentos adquiridos”.

O Centro de Rastreamento e Controle também foi um caso de desenvolvimento de conhecimentos críticos que merece destaque. A base dos conhecimentos adquiridos proporcionou ao CRC, além do controle do CBERS – uma das tarefas mais complexas da missão, um encurtamento do caminho

para as demais missões do Brasil, sobretudo para a Plataforma Multimissão, na qual o paradigma *spin* de controle de órbita dos antigos satélites é modificado para os estabilizados em três eixos. Em outras palavras, o desenvolvimento de conhecimentos críticos, além de auxiliar no controle do CBERS, tem uma aplicação direta nos outros satélites da MECB, que até então não haviam sido configurados pelo CRC.

A Divisão de Eletrônica Aeroespacial (DEA), nesta primeira análise, é considerada a mais envolvida com o programa CBERS, tanto sob o aspecto dos componentes desenvolvidos, quanto ao percentual da divisão envolvida. Tendo em vista que a sua atuação se processou por meio do auxílio aos segmentos de solo, do suprimento de potência, supervisão de bordo, além da configuração da única câmera nacional (WFI), a DEA participou praticamente de todas as grandes encomendas de responsabilidade da parte nacional, à exceção da estrutura e dos *softwares* de manobra. Ademais, até mesmo pelo perfil dos componentes desenvolvidos, a DEA teve um importante papel junto aos fornecedores nacionais, aumentando ainda mais os benefícios da inovação e do aprendizado. No caso do sensor WFI, este foi concebido a partir do projeto de um sensor denominado Bresex, desenvolvido nos anos oitenta e que deveria voar num *shuttle*, segundo cooperação assinada com a NASA (INPE, 1991). Os técnicos do INPE encontraram dificuldades na passagem da etapa de projeto para a de fabricação do Bresex e, com o desastre da *Challenger*, em 1986, o projeto foi deixado de lado. Havendo uma possibilidade real de inserção de uma câmera no CBERS produzida no Brasil, o experimento WFI foi adaptado às novas demandas. Este tipo de desafio foi partilhado, tanto pela DEA, quanto pelos fornecedores participantes do contrato.

No tocante ao papel da cooperação com os chineses no desenvolvimento dos componentes do programa, aparece em destaque o Centro de Rastreamento e Controle (CRC), que contou com a colaboração dos chineses, durante o processo de elaboração e especificação do plano de vôo do CBERS-1, base para a realização do treinamento dos operadores para a parte brasileira. O LIT, embora não tenha desenvolvido nenhum componente crítico, realizou testes que contaram com a participação dos chineses. Conforme descrito no capítulo três, em determinados momentos, durante a realização da AIT no Brasil, o INPE recebeu cerca de setenta técnicos chineses para a realização dos testes em conjunto. Nos demais casos, os contatos com os chineses deram-se na forma de trocas de especificações do projeto, sem, contudo, haver uma interação como a descrita nos casos anteriores.

É necessário ressaltar que, confrontando os dados apresentados na tabela 4.4, referentes aos contratos do CBERS com atores nacionais, com a tabela 5.1, verificamos que grande parte dos

contratos foram feitos pela Divisão de Eletrônica Espacial (DEA), o que pode ser constatado verificando-se a coluna referente ao subprograma do INPE envolvido, após a referência alfanumérica. Este aspecto aponta para a existência de uma relação de causalidade entre as três dimensões macro, meso e micro e nos leva a concluir que a interação entre a DEA e os fornecedores contribuiu para aumentar os ganhos tecnológicos. Neste contexto, conseguimos entender o alto grau de envolvimento da divisão, tanto no número de componentes desenvolvidos (10, no total), quanto no percentual da divisão envolvida (90%).

Foi considerado no estudo que a interação com os atores externos, facilitada pela configuração matricial do INPE e pela complexidade tecnológica envolvida nos sistemas desenvolvidos pela parte nacional, também trouxe impactos tecnológicos de processo dentro das divisões participantes. Estes impactos são apresentados na Tabela 5.2.

**Tabela 5.2 Impactos Tecnológicos de Processo nas Divisões de Engenharia Derivados da Participação da Divisão no Programa CBERS**

Divisão	Foram criados novos processos derivados do conhecimento adquirido com a participação no Programa CBERS?	Em caso afirmativo, quais processos?	Foram criadas novas metodologias derivadas do conhecimento adquirido com a participação no Programa CBERS?	Em caso afirmativo, quais metodologias?
Desenvolvimento de Sistemas de Solo - DSS	Sim	Processo de desenvolvimento de <i>software</i> .	Sim	Metodologia de desenvolvimento de <i>software</i> adaptado ao contexto do Programa CBERS.
Serviço de Manufatura	Sim	Usinagens especiais para a fabricação de antenas e montagem e integração de painel solar.	Não	-
Mecânica Espacial e Controle (DMC)	Sim	<i>Software</i> de controle orbital, processo de análise estrutural, processo de controle térmico de satélites.	Sim	Tecnologia de manobras orbitais impulsivas, otimização estrutural
Mecânica Espacial e Controle (DMC)/ 1992 -1997	Sim	Para manobras de órbitas de satélites de sensoriamento remoto sol síncronos	Não	-
Garantia do Produto	Sim	Aprimoraram-se processos/ procedimentos de montagem eletrônica, processo de pintura.	Sim	Foram atualizadas as metodologias de gerenciamento do programa e gerenciamento da configuração.
Laboratório de Integração e Testes (LIT)	Sim	Solda de titânio para o subsistema de propulsão, processo de tratamento químico em componentes do subsistema propulsão.	Sim	Medidas de alinhamento, medidas magnéticas, ciclagem térmica no satélite segmentado, medidas de detecção de fugas.
Eletrônica Aeroespacial	Sim	Montagem de painéis solares; colagem de células.	Sim	Metodologias para otimização do projeto e fabricação de SCA'S ( <i>Solar Cell Assembly</i> )
Centro de Rastreamento e Controle (CRC)	Sim	Acompanhamento do fluxo solar e seu efeito sobre a órbita	Não	-
Serviço de Contratos (SCC)	-	-	-	-

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2003.

Na tabela 5.2, para melhor analisarmos os impactos tecnológicos de processos, fizemos uma distinção entre novos processos e novas metodologias (a definição dos itens do questionário foram apresentadas no capítulo I). Entendemos novos processos como aqueles já conhecidos ou já desenvolvidos em outros projetos aplicados ao programa CBERS; e novas metodologias, como um processo novo, ou mesmo um antigo, adaptado ao programa, que gera um novo conhecimento.

Quase 100% das divisões (com exceção do serviço de contratos) criaram novos processos. Uma explicação para o fato foi o desafio que o CBERS trouxe às divisões, fazendo com que novos processos tivessem de ser inseridos na rotina das equipes de engenharia. Entretanto, analisando os processos criados, as duas áreas que merecem destaque são processos de desenvolvimento de *software* e montagens de estruturas mecânicas, ou seja, aquelas em que o INPE tinha excelência dentro da cooperação com os chineses.

Olhando por este prisma, os impactos tecnológicos de processos otimizaram as áreas de excelência e condicionaram, em grande parte, o surgimento de novas metodologias. No entanto, as metodologias relacionadas à gestão de projetos trouxeram um impacto de processo, segundo o gerente da garantia do produto, na forma de racionalização dos custos e do tempo de projeto. (Entrevista, José Iram: 2003).

Sobre o papel da cooperação com os chineses, como forma de alcançar mais rapidamente ou com menor custo o aprendizado tecnológico de processo, a resposta obtida foi que, neste caso, o aprendizado foi muito mais dos chineses que propriamente dos brasileiros. Em outras palavras, a inovação de processo foi apontada pelos gerentes do programa como um dos benefícios que o lado chinês obteve da interação com o INPE. A área de organização e métodos da CAST ainda não seguia as especificações internacionais, não existia um histórico de sucesso nessa área, e grande parte dos avanços do programa espacial chinês vinha de conquistas tecnológicas feitas de forma empírica, tendo em vista a pouca abertura que a CAST tinha em relação à transferência tecnológica de países ocidentais.

Por meio de análise, concluímos que os impactos de processo poderiam contribuir de uma forma mais sistemática para o aprendizado das divisões, caso estes tivessem uma relação direta com o aperfeiçoamento dos recursos humanos, ao passo que a tecnologia em si pode não ser aproveitada de forma eficiente se não houver capacitação de recursos humanos.

Na tabela 5.3, buscou-se tabular o possível impacto que o programa exerceu sobre os recursos humanos. A priori, a estratégia de pesquisa seria considerar somente a titulação “formal” nos cursos de graduação, especialização, mestrado e doutorado, com a informação colhida no setor administrativo do INPE.

Nesta ocasião, foi detectada uma certa dificuldade em precisar este impacto por parte dos responsáveis pelas divisões. Assim, desde 1993 existe uma carreira de Analista em C&T e/ou de Tecnologista, que, de acordo com o plano de carreira, recebe um percentual sobre a sua titulação. Neste caso, qualquer modificação na titulação seria comunicada à área de recursos humanos para que ela incidisse sobre o salário. Esta informação poderia ser confrontada com os dados fornecidos pelas gerências participantes do programa CBERS e seria analisada na pesquisa.

A informação, contudo, não foi obtida. Primeiramente, não houve uma resposta positiva por parte da área administrativa em revelar a titulação de cada uma das pessoas do órgão. Posteriormente, foi obtida uma tabela de forma agregada de toda a ETE, mas não houve possibilidade de desagregar os dados limitados apenas ao período do CBERS.

Assim, não podemos confrontar as informações prestadas com outras bases de dados, como por exemplo, para a DMC. Desde o início da pesquisa, esta divisão foi a que mais se aproximou do modelo de Pesquisa e Pós-Graduação, e nos causou estranheza que em nenhum dos momentos avaliados tenha havido uma melhoria na pós-graduação. Questionado sobre o fato, ambos os gerentes da DMC entrevistados para esta pesquisa explicaram que houve uma melhoria sim, mas o assunto dos trabalhos (teses e dissertações) não teve como foco o CBERS.

Neste aspecto, conforme apresentado na tabela 5.3, as únicas melhorias na capacitação de recursos humanos foram por meio de cursos esporádicos nas áreas de desenvolvimento de sistemas de solo e na garantia do produto. Em ambos os casos a capacitação durou um período inferior a noventa dias. (Entrevista Pawel Rosenfeld, José Iram: 2003).

No caso da DEA, houve uma melhoria na capacitação dos recursos humanos. Uma tese foi apresentada utilizando alguns dados do CBERS, porém o funcionário já havia se desligado da divisão, e não foi possível obter maiores esclarecimentos sobre os dados de sua pesquisa. Entretanto, identificamos que, com a consolidação da cooperação e com a continuidade do programa em outras versões, o programa pode se tornar potencial objeto de estudos nos próximos anos.

No tocante à capacitação dos recursos humanos, não houve a necessidade de interagir com os chineses de forma a se buscar a capacitação naquele país, dada à segmentação do programa em sistemas e subsistemas em que a parte que coube ao Brasil e sob a responsabilidade do INPE era perfeitamente executável, ao passo que, como apresentamos no capítulo anterior, a divisão de responsabilidades obedeceu à estrutura já existente no instituto.

Em algumas circunstâncias, como na área de *softwares*, o Brasil era, e continua sendo, bem mais avançado do que o seu parceiro chinês. Em outras áreas, onde a China teoricamente teria uma excelência maior, optou-se por subcontratar a CAST, em vez de buscar o treinamento com a academia chinesa, quer seja por uma relação maior de custo/benefício na subcontratação – no caso de serviços bem específicos e que demandariam pouco tempo aos chineses para executá-los, quer seja por uma falta de interesse da parte chinesa em prestar o treinamento aos brasileiros.

**Tabela 5.3: Melhoria na Capacitação dos Recursos Humanos das Divisões do INPE**  
**Participantes do Programa CBERS**

<b>Divisão</b>	<b>Foram necessários cursos específicos para o desenvolvimento/produção dos componentes do CBERS?</b>	<b>Em caso afirmativo, quais?</b>	<b>Houve alguma melhora na titulação dos funcionários da divisão a partir da defesa de teses e dissertações de assuntos relacionados ao CBERS?</b>	<b>Em caso afirmativo, especificar.</b>
Desenvolvimento de Sistemas de Solo – DSS	Sim	Cursos na área de Engenharia de <i>Software</i>	Não	-
Serviço de Manufatura	-	-	Não	-
Mecânica Espacial e Controle (DMC)	Não	-	Não	-
Mecânica Espacial e Controle (DMC)/ 1992-1997	Não	-	Não	-
Garantia do Produto	Sim	Qualificação de mão de obra; montagem, limpeza, pintura e outros processos especiais.	Não	-
Laboratório de Integração e Testes (LIT)	Não	-	Não	-
Eletrônica Aeroespacial	Não	-	Sim	n/d
Centro de Rastreio e Controle (CRC)	Não	-	Não	-
Serviço de Contratos (SCC)	Não	-	Não	-

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2003.

O aprendizado tecnológico também pode ser considerado um indicador de capacitação de recursos humanos, sobretudo por estarmos nos propondo a avaliar o aprendizado formal de um instituto de pesquisa.

Um outro indicador importante na análise das capacitações tecnológicas e do aprendizado são as patentes. No caso específico da pesquisa de campo, identificamos que nenhuma patente foi gerada a partir do aprendizado com o CBERS, tendo em vista três aspectos: 1) A inovação de produto em programas espaciais em países periféricos é bastante limitada, ou seja, o que é inovador para esses países em certa medida já era dominado por países mais avançados na tecnologia espacial; 2) Um dos requisitos mais importantes nos projetos espaciais é a confiabilidade, não sendo propício para um ambiente inovador, o que desfavorece a criação de patentes; 3) Os processos de patenteamento são demorados e custosos, ademais, não há uma política clara no INPE que estimule as patentes.

Esta constatação pode ser corroborada por duas características dos programas espaciais. Uma delas é o alto grau de customização das missões – com relação ao objetivo da missão ou características técnicas dos satélites, tais como o número de sensores e de bandas espectrais que são definidos de acordo com os objetivos da missão. Assim, podemos concluir que objetivos diferentes levam a satélites diferentes.

Por outro lado, como o volume de recursos do programa espacial brasileiro é muito inferior ao dos países desenvolvidos, que possuem histórico de sucesso nas atividades espaciais, estes estão num patamar muito mais avançado da pesquisa espacial, enquanto o Brasil realiza atividades pontuais, o que dificulta a criação de “um novo produto” brasileiro na área.

A segunda característica que contribui para a limitação da inovação é a escolha por produtos, subsistemas ou sistemas que possuem um histórico de sucesso na área, ou seja, confiabilidade. Esta é mais importante do que, propriamente, a necessidade de uso de um elemento inovador, mesmo este último sendo tecnologicamente mais avançado.

Chamamos atenção para este aspecto tendo em vista que nem sempre podemos colocar uma tecnologia verdadeiramente “nova” no processo produtivo, ao passo que as novas tecnologias são mais facilmente encontradas em projetos mais simples e menos dispendiosos financeiramente e que necessitem de menos redundância.

Portanto, no aspecto tecnológico, embora fosse encontrado um impacto na estrutura do INPE, podemos identificar que as mudanças não possuem uma envergadura no contexto internacional no tocante ao desenvolvimento tecnológico da área de Engenharia e Tecnologias Espaciais.

No entanto, não se pode deixar de ressaltar que houve uma mudança no contexto geopolítico, com o sucesso da cooperação tecnológica, sobretudo pela utilização das imagens do CBERS, que são distribuídas de forma gratuita e utilizadas em diversas aplicações, bastando efetuar um cadastro no *site* do INPE.

## **5.2 O Impacto Científico do Programa CBERS na ETE/INPE**

À primeira vista pode parecer estranho um programa estritamente tecnológico ter desencadeamentos científicos, caso se considere que a inovação ainda é processada de forma linear, em que a pesquisa básica sempre antecede a pesquisa aplicada com uma clara separação entre o científico e o tecnológico. Entretanto, por não considerar a visão linear a mais adequada para tratar o processo de inovação e considerando que o INPE é um instituto de pesquisa espacial de excelência, deveria-se analisar a vertente científica decorrente da cooperação ocorrida no Instituto.

Em uma análise preliminar com relação aos impactos científicos derivados do programa CBERS, levou-se em consideração o fato de o INPE também ser um centro de pós-graduação. No tocante a este aspecto, questionou-se se houve a criação de novos cursos, disciplinas ou tópicos originados a partir do conhecimento adquirido pelas divisões.

Na tabela 5.4 a seguir, apresentamos o resultado do questionamento relativo à criação de novos cursos. Não encontramos uma correlação entre os conhecimentos críticos e os cursos do INPE, embora, em alguns casos, isto ocorra, pois existe uma certa distância entre o ensino e a área técnica. A única exceção é a divisão de Mecânica Espacial e Controle que possui um papel muito importante no fornecimento de professores e na configuração de grupos de pesquisa na pós-graduação do Instituto.

Adicionalmente, questionamos os gerentes acerca de intercâmbios acadêmicos entre os pesquisadores do INPE e da CAST, convites para a realização de palestras, cursos de curta duração, *workshops*, entre outras modalidades de interação e difusão do conhecimento.

Por várias razões, este tipo de interação não ocorreu, quer seja por falta de interesse das partes em intercambiar conhecimentos acadêmicos, quer seja em função da existência de uma clara separação entre a engenharia e a pós-graduação do INPE, na qual cada uma das áreas possui uma lógica própria. Adicionalmente há de se considerar que todo o conhecimento desenvolvido no INPE é baseado nas técnicas ocidentais, fruto de uma interação com os Estados Unidos e com a França. A mudança para a cultura oriental é algo que demanda um certo tempo e que provavelmente terá uma possibilidade de êxito, na medida em que se sedimenta a cooperação com a China.

Por outro lado, a tecnologia desenvolvida na China é também fruto de uma interação com a antiga União Soviética nos anos cinquenta e início dos anos sessenta. Esta tecnologia é diferente dos padrões nacionais, pois, conforme já foi dito, o Brasil teve por característica obter a tecnologia de países concorrentes aos Soviéticos. Ademais, este tipo de transferência de conhecimento deveria ser instrumento de um termo aditivo da cooperação para que este intercâmbio de conhecimento ocorresse, entretanto não existia um interesse das partes em contemplar esta vertente da cooperação.

**Tabela 5.4 Impactos Baseados no Conhecimento Derivados da Participação da Divisão no Programa CBERS**

Divisão	Foram criados novos cursos, disciplinas ou tópicos especiais relacionados ao programa CBERS no Instituto ou em outra IES ministrados por profissionais deste departamento?	Em caso afirmativo, qual?
Desenvolvimento de Sistemas de Solo (DSS)	Não	-
Serviço de Manufatura	Não	-
Mecânica Espacial e Controle (DMC)	Não	-
Mecânica Espacial e Controle (DMC)/1992-1997	Sim	O projeto serve de exemplo e aplicação em vários cursos já desenvolvidos anteriormente (Ex. Dinâmica Orbital, Mecânica Celeste, teoria das perturbações, transferências de calor, vibração estrutural.)
Garantia do Produto	Não	-
Laboratório de Integração e Testes (LIT)	Sim	<i>Manufacturing</i>
Eletrônica Aeroespacial (DEA)	Não	-
Centro de Rastreo e Controle (CRC)	Sim	Treinamento no <i>software</i> de controle do CBERS
Serviço de Contratos (SCC)	Não	-

Fonte: Pesquisa de Campo, 2003.

É necessário destacar que nem sempre a transmissão do conhecimento, ou a passagem do conhecimento tácito, poderia ser codificada diretamente, por isso consideramos a possibilidade de que este conhecimento poderia gerar, pelo menos, tópicos para as disciplinas já existentes, dado o componente crítico desenvolvido nas áreas de engenharia.

Neste contexto, imaginamos que, embora o princípio teórico envolvido nos conceitos de engenharia já existisse, o CBERS poderia ser considerado como um caso em que a área de aplicações pudesse se apoiar a fim de gerar novos estudos, por exemplo. Contudo, o impacto no conhecimento por meio dessa participação foi considerado baixo. Apenas três divisões conseguiram codificar algum tipo de conhecimento por intermédio da participação no programa CBERS.

Não podemos deixar de mencionar que, além do percentual relativamente baixo com relação às divisões que criaram cursos ou tópicos relacionados ao CBERS (33% no total), qualitativamente o resultado também foi muito aquém do esperado. Sobretudo porque esta é uma das principais formas de codificação do conhecimento e poderia ser utilizada como estratégia para aumentar a quantidade de pessoas capacitadas a trabalhar com o satélite.

A Divisão de Mecânica e Controle da ETE é a que mais se aproxima da pós-graduação do INPE, ao passo que, formalmente, os engenheiros da DMC são também professores dos cursos. Estes foram os que mais utilizaram os conhecimentos adquiridos para a composição de cursos no instituto. Mesmo assim, tais conhecimentos não foram considerados pelo gerente como de “grande relevância”.

O LIT também é promotor de cursos para o público externo ao instituto, o que facilitou a utilização dos conhecimentos adquiridos em novos treinamentos. Normalmente, estes são de curta duração e têm por objetivo atender a potenciais usuários das tecnologias do LIT. Com o advento dos próximos CBERS (2B, 3 e 4), o LIT deveria ter uma estratégia mais incisiva para codificar o seu aprendizado na AIT do CBERS-2, sobretudo tendo em vista que novos satélites passariam pelo laboratório de integração nacional.

No tocante ao CRC, o novo curso foi necessário devido a um contrato de terceirização implementado pelo INPE. Existe necessidade de a atividade de monitoramento ser realizada 24 horas por dia e 365 dias por ano. Assim, por não haver contingente necessário no instituto, a

solução foi se optar por contratos de terceirização. Ao início do contrato, fazia-se necessário a realização de um treinamento com os funcionários, utilizando os protocolos dos satélites CBERS.

Além dos impactos no conhecimento, um dos indicadores de verificação do aprendizado reside nas publicações científicas. As tabelas 5.5 e 5.6 buscam analisar estes impactos.

Na tabela 5.5, foram tabulados os artigos científicos apresentados em congressos nacionais e internacionais. A maioria das divisões publicou em congressos no Brasil e no exterior. Note-se o indicador mais representativo, o da DMC, com doze publicações no Brasil e cinco no exterior. Mais uma vez, a forte ligação com as atividades de pós-graduação fez com que os indicadores fossem acima da média dos demais grupos. Por outro lado, um questionamento viável era: por que esses artigos não viraram teses e dissertações, melhorando os indicadores de capacitação de recursos humanos? A resposta apresentada na entrevista é que a maioria dos autores já havia concluído os cursos de mestrado e doutorado, e que o esforço para a apresentação de um artigo no Brasil é bem menor do que para desenvolver uma tese ou dissertação.

No tocante aos congressos internacionais, o estudo de caso CBERS trazia uma certa curiosidade do mundo acadêmico, tendo em vista o pouco conhecimento do mundo ocidental e dos métodos e procedimentos do programa CBERS pelo lado chinês. A apresentação de relatos pela parte brasileira poderia responder, mesmo que de forma parcial, sobre algumas das tecnologias envolvidas na cooperação e, por conseguinte, dominadas pela China.

Entretanto nenhuma das publicações apresentadas pelo INPE contou com a co-autoria de engenheiros e técnicos chineses. Isto reflete também a forma estanque pela qual a cooperação se processou, onde cada um cuidou da sua parte, e, ademais, as soluções de engenharia para os problemas decorrentes do desenvolvimento do projeto, que eventualmente poderiam se transformar em comunicações ou estudos de caso, não foram publicadas.

Convém observar que os congressos promovidos pela Federação Internacional de Astronáutica (*International Astronautical Federation - IAF*), com escopo multidisciplinar, foram os principais destinos das publicações do INPE, como verificado com divisões como: DSS, DMC e LIT.

**Tabela 5.5: Artigos Científicos Publicados em Congressos Nacionais e Internacionais pelas Divisões do INPE Participantes do Programa CBERS.**

Divisão	Quantos artigos foram publicados por esta divisão, derivados de assuntos relacionados ao CBERS em congressos nacionais?	Quais congressos?	Quantos artigos foram publicados por esta divisão, derivados de assuntos relacionados ao CBERS em congressos internacionais?	Quais congressos?
Desenvolvimento de Sistemas de Solo - DSS	-	-	5	1) <i>Fourth International Symposium on Space Mission Operations and Ground Systems - Munique, 1996</i> ; 2) <i>Space OPS 98 - Tokyo, 1998</i> ; 3) <i>Small Satellite Systems and Services - França, 1998</i> ; 4) <i>2nd International Symposium on Spacecraft Ground Control and Data Systems - Brasil, 1999</i> ; 5) <i>6th Symposium International Space OPS - França, 2000</i>
Serviço de Manufatura	-	-	-	-
Mecânica Espacial e Controle (DMC)	12	COBEM (congresso Brasileiro de Eng. Mecânica), DINCOM (Congresso Temático em Dinâmica e Controle), <i>German-Brazilian Workshop</i> , Colóquio Brasileiro de Dinâmica Orbital, Seminários de Iniciação Científica do INPE, Escola de Verão da FEG/UNESP	5	<i>ISSFD - International Symposium on Space Flight Dynamics</i> ; <i>IAC - International Astronautical Congress</i>
Mecânica Espacial e Controle (DMC)/ 1992-1997	n/d	-	-	-
Garantia do Produto	-	-	-	-
Laboratório de Integração e Testes (LIT)	n/d	ENCIT - Encontro Nacional de Ciências Térmicas	n/d	IAF
Eletrônica Aeroespacial	n/d	IX SCTF - Simpósio de Computação Tolerante a Falhas	n/d	<i>Fifth Space Power Conference -1998 - Tarragona/Espanha</i> ; <i>First WCPEC - 1994 - Hawaii/EUA</i>
Centro de Rastreo e Controle (CRC)	-	-	-	-
Serviço de Contratos (SCC)	-	-	-	-

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2003.

No que concerne aos artigos científicos em revistas nacionais e internacionais, foi praticamente uma unanimidade entre os entrevistados, quando questionados sobre o baixo número de publicações, a afirmação de que não existe uma política muito clara no INPE que fomente este tipo de atividade. Como os departamentos são de “engenharia”, a parte de publicação fica mais a cargo da pós-graduação, limitando as comunicações científicas aos relatórios e eventuais seminários no próprio instituto.

Em grande parte, os técnicos não possuem bolsa de estudos ou bolsa de produtividade em pesquisa, o que também limita a quantidade de artigos, tanto em congressos, quanto em revistas indexadas. Alguns colegas não possuem doutorado, o que também praticamente os impossibilita de concorrer nas linhas de pesquisa na FAPESP e CNPq, que exigem o título como um dos principais requisitos para a inscrição no processo de seleção.

Foi questionado durante a pesquisa se a FUNCATE, por ser uma fundação do próprio INPE, não poderia proporcionar alguns tipos de financiamentos e auxílios aos técnicos como forma de aumentar a quantidade de publicações. Relatou-se aos entrevistados, a título de exemplo, o papel que a FUNCAMP exerce na própria UNICAMP.

A alternativa foi considerada até certo ponto viável, desde que existisse uma orientação para isso. É óbvio que, se existe uma divisão entre engenharia e pesquisa e pós-graduação, e que as atividades das últimas eram as “eleitas” como potenciais receptoras dos recursos, uma vez que a FUNCATE destinasse os recursos estes iriam para os mais “produtivos”, a exemplo do que acontece na maioria das agências de fomento no país.

O papel da FUNCATE para a ETE é muitas vezes de facilitador dos contratos do INPE com atores externos, sem, contudo, haver uma autonomia para a definição de novos rumos para a sua atuação.

Por outro lado, é notório, dentro do meio científico, que um artigo em uma revista indexada demanda mais tempo para se adequar às padronizações da publicação e possui uma qualidade e reflexão teórica maior. Os congressos normalmente são comunicações que possuem interesse na apresentação de um resultado, sem entendê-lo teoricamente naquele momento. Em algumas circunstâncias, os relatos parciais são aceitos em congressos, enquanto não estão ainda maduros para publicação em revistas indexadas.

Estes são alguns argumentos que podem, parcialmente, explicar o baixo índice de publicação, além do aspecto orçamentário, taxas de inscrição, deslocamento, necessidade de contratação de seguro-saúde, seguro de vida, excesso de burocracia na liberação do funcionário, que certamente contribuem com a baixa performance das divisões em forma de publicações.

**Tabela 5.6: Artigos Científicos Publicados em Revistas Indexadas Nacionais e Internacionais Pelas Divisões do INPE participantes do Programa CBERS**

Divisão	Quantos artigos foram publicados por esta divisão, derivados de assuntos relacionados ao CBERS em revistas indexadas nacionais?	Quais revistas?	Quantos artigos foram publicados por esta divisão, derivados de assuntos relacionados ao CBERS em revistas indexadas internacionais?	Quais revistas?
Desenvolvimento de Sistemas de Solo - DSS	-	-	-	-
Serviço de Manufatura	-	-	-	-
Mecânica Espacial e Controle (DMC)	4	RBCM – Revista Brasileira de Ciências Mecânicas; BCG – Boletim de Ciências Geodésicas	2	<i>Advances in Space Research;</i> <i>Acta Astronautica</i>
Mecânica Espacial e Controle (DMC)/ 1992-1997	-	-	-	-
Garantia do Produto	-	-	-	-
Laboratório de Integração e Testes (LIT)	-	-	n/d	<i>Acta Astronautica</i>
Eletrônica Aeroespacial	-	-	-	-
Centro de Rastreo e Controle (CRC)	-	-	-	-
Serviço de Contratos (SCC)	-	-	-	-

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2003.

Quando questionados quantos dos artigos tiveram uma co-orientação de técnicos chineses da CAST, a resposta, assim como apontado nos artigos em congressos nacionais e internacionais, foi nenhum.

Analisando os dados da tabela, percebemos que o INPE e a CAST não exploram de forma satisfatória a vertente científica que o programa CBERS trouxe à cooperação. No tocante ao aspecto científico, imaginamos que é fundamental uma aproximação com a pós-graduação do instituto para incrementar esta relação, quer seja na forma de intercâmbio de técnicos, quer seja no aumento dos trabalhos em conjunto em congresso e revistas nacionais e internacionais.

## **Comentários Finais**

O capítulo pretendeu analisar o impacto científico e tecnológico que o Programa CBERS trouxe ao INPE. Embora o programa fosse de cunho tecnológico, o impacto científico foi analisado como possível dentro dos programas, desde que sejam empregados esforços em prol de uma interação maior com a CAST.

Seguindo o fio condutor apresentado na introdução deste trabalho, onde a cooperação sino-brasileira foi analisada nos níveis macro e meso, o capítulo teve como objetivo apresentar o aspecto micro da cooperação, como forma de complementar as visões anteriores. Pretendeu-se assim criar como pano de fundo à análise micro toda a lógica da cooperação empregada nos aspectos macro e meso.

Na análise proposta verificamos que, no tocante ao aspecto tecnológico, a Divisão de Eletrônica Aeroespacial foi a que mais se envolveu nas configurações de equipamentos, o que foi corroborado pelos dois indicadores analisados: primeiramente a quantidade de componentes desenvolvidos, dez no total, e em segundo lugar o percentual de envolvimento da divisão, 90%. A necessidade de se desenvolver mecanismos de aprendizado para o programa CBERS, como no caso do segmento de solo e da integração e testes, proporcionou ao INPE a superação de importantes desafios tecnológicos, o que também é analisado como um impacto positivo derivado do CBERS.

A configuração matricial do INPE, apresentada no capítulo anterior, facilitou a interação com os atores externos e favoreceu os impactos tecnológicos de processo dentro das divisões participantes, pela criação de novos processos e novas metodologias.

No tocante à formação de recursos humanos, o impacto do programa CBERS foi bastante modesto, ao passo que não alterou significativamente a titulação dos técnicos envolvidos, muito embora se imagine que este tipo de impacto deva aumentar com a consolidação do programa e com a fabricação dos componentes das versões subseqüentes do CBERS.

Uma outra vertente explorada na avaliação foi a científica, onde buscou-se analisar de que forma o programa CBERS alterou alguns dos principais indicadores do conhecimento. Inicialmente foi analisado se o programa trouxe algum impacto na criação de novas disciplinas, sobretudo em se

aproveitando a existência no INPE de cursos de pós-graduação na área de Engenharia e Tecnologia Espacial. Neste aspecto os dados tabulados apontam para um aproveitamento muito pequeno do CBERS como objeto de estudo, o que não deixa de ser um pouco contraditório, ao passo que o CBERS é atualmente o maior programa tecnológico em desenvolvimento no instituto.

No tocante ao desenvolvimento, em conjunto com os chineses, de conhecimentos derivados do programa CBERS e o potencial aproveitamento em cursos, mesmo que de curta duração, também não existe uma estratégia muito clara. O objetivo seria cada vez mais a codificação de conhecimentos de um objeto ainda pouco estudado no INPE.

Aparentemente o INPE também não conseguiu aumentar o intercâmbio científico com os chineses na produção de artigos em congressos e revistas indexadas, nacionais ou internacionais, pois não existem publicações em conjunto.

## Conclusões

A cooperação internacional é um dos tópicos que mais desperta interesse nos estudos em Política Científica e Tecnológica, assim como em Política Espacial. As cooperações são importantes tanto em um contexto de aproximação entre as nações quanto na superação de entraves tecnológicos. Sobre este segundo aspecto – a superação de entraves tecnológicos – existe um debate na comunidade científica e no âmbito dos tomadores de decisão sobre o papel desta contribuição em prol da consecução das estratégias tecnológicas. Não obstante, em países periféricos como o Brasil, os esforços de P&D na área espacial ainda são muito discretos. A cooperação, portanto, seria uma alternativa para o desenvolvimento de tecnologias críticas.

Buscando colaborar com este debate, a proposta deste trabalho foi analisar a contribuição do Programa CBERS – cooperação tecnológica bilateral entre Brasil e China – no aumento do aprendizado do INPE.

Ao longo da tese, verificamos que existe, imbricado aos aspectos da cooperação tecnológica internacional, um fator político. O caso da cooperação sino-brasileira não foi diferente. A existência de fatores políticos é, inclusive, um dos argumentos levantados a sua continuidade, como único exemplo de cooperação internacional de países em desenvolvimento (cooperação Sul-Sul) na área espacial a ter o seu objetivo alcançado e, por isso, é comumente citado como um dos programas promotores do avanço nas relações de cooperação tecnológica entre países periféricos.

O esforço da pesquisa foi o de avançar no debate sobre o papel da cooperação internacional, incluindo não só o componente político supracitado, mas componentes organizacionais, científicos e tecnológicos para analisar o seu aprendizado. Verificamos como foi extremamente oportuna a incorporação destes fatores para a análise da cooperação tecnológica em um instituto que tem como objetivo a pesquisa espacial compatível com padrões de qualidade internacional, observando-se suas normas e procedimentos de gestão da cooperação internacional. No entanto, não se pode dissociar a P&D espacial do desenvolvimento e absorção de novas tecnologias.

Na proposta metodológica, desenvolvemos o argumento de que o Programa CBERS modificou a trajetória tecnológica do INPE, tendo em vista a representatividade da cooperação para

a Engenharia e Tecnologia Espacial do Instituto. Esta representatividade pode ser verificada pelo volume de recursos humanos e financeiros, os produtos desenvolvidos (CBERS-1 e 2), a renovação do acordo para mais três satélites (CBERS-2b, 3 e 4), bem como pelo prazo de vigência da primeira parte do programa – mais de dezessete anos. A reunião desses elementos foi fundamental para a definição dos impactos do programa. A análise do programa lançou mão de um corte no objeto, estudando apenas a parte brasileira, além de um corte temporal contemplando a primeira parte do programa, finalizada com a colocação do CBERS-2 em órbita.

Para que este objetivo fosse alcançado, foi necessário se fazer um estudo inicial sobre a dinâmica da cooperação internacional a fim de se analisar as diversas categorias de enquadramento. No estudo dessas categorias, apresentado no capítulo um, identificou-se que a cooperação sino-brasileira era uma cooperação do tipo bilateral Sul-Sul, ou seja, entre dois países em desenvolvimento. Esta categorização também deu um suporte para a classificação como uma cooperação no estilo “co-desenvolvimento”, onde os dois países, embora não estivessem em igualdade na proporção do acordo, realizaram esforços para o desenvolvimento de tecnologias, que até aquele momento não dominavam. Também foi objetivo do capítulo fazer uma diferenciação entre o co-desenvolvimento tecnológico e cooperação por uso dos sistemas apresentando como pano de fundo a área espacial.

Adicionalmente, buscamos ressaltar o divisor de águas da cooperação internacional espacial. Este divisor pode ser notado a partir da reconversão dos objetivos dos programas militares – autônomos – relacionados aos objetivos de supremacia do bloco capitalista e socialista, para os civis e mais propensos à cooperação internacional para fins científicos, tecnológicos e comerciais.

Nesse contexto, identificamos essas duas fases nas atividades espaciais no Brasil. A primeira voltada à categoria de usuários, sobretudo da tecnologia militar norte-americana. Neste momento, que se estende pelos primeiros vinte anos de cooperação na área espacial (1956-1976), foram implantados, no Brasil, sistemas de recepção de dados de satélites, tanto na parte civil (Sistema de Recepção do Landsat), quanto militar (Estação Minitrack). Além desta área, iniciou-se a cooperação na área de lançadores, com o Programa de Veículos de Sondagem (Programa SONDA) que perdurou até 1977, quando o acordo para fornecimento de combustíveis foi extinto. Este acordo foi o marco para a instalação de um centro de lançamento no Brasil (Centro de Lançamento da Barreira do Inferno, em Natal, RN) em 1965.

A extensão do acordo com os norte-americanos previa o treinamento de engenheiros, na sua maioria formados no ITA/CTA, em importantes universidades e laboratórios norte-americanos, o que foi preponderante para o aumento e a melhoria dos recursos humanos no setor espacial. Na década de setenta as atividades espaciais no Brasil encontravam-se divididas entre duas instituições, o CTA e o INPE, a primeira, de gestão militar e a segunda, civil. Esta diferença não prejudicou o andamento das cooperações, entretanto o lado civil encontrou maior facilidade em cooperar com os países centrais. A Agência Espacial Européia, criada no início dos anos setenta, e países com um histórico de sucesso nas atividades espaciais, como a França, foram importantes parceiros para o país. Ademais esses atores foram fundamentais para empregar uma mudança do estilo de cooperação na área espacial, onde as atividades consorciadas, como no caso do programa INTELSAT e com objetivos comerciais, ganham espaço importante em relação aos programas com ênfase militar.

Com o novo enfoque de cooperação, o Brasil passou a ser mais do que simples usuário das tecnologias e dos resultados do desenvolvimento de pesquisa básica. No final da década de setenta, o programa espacial brasileiro já estava capacitado para dar seus primeiros passos em direção ao desenvolvimento de tecnologias. A alternativa de cooperação para o desenvolvimento de tecnologias militares relacionadas ao lançador foi prontamente rechaçada pelo parceiro norte-americano, com a suspensão do fornecimento de combustível sólido para o programa Sonda, enquanto que a parte civil seguia buscando alternativas para capacitação, tanto de modo cooperativo, quanto de forma autônoma.

A base da cooperação com os franceses foi mantida dado o interesse da França em participar da Missão Espacial Completa em 1977, prevendo, para o CNES, o desenvolvimento de um foguete a propelente sólido. O CNES propunha estreitar relações para ajudar o programa brasileiro de satélites, que, desde 1972, contava com a colaboração francesa na instalação de plataformas de coleta de dados.

Entretanto, a cooperação com os franceses foi deixada de lado no âmbito da COBAE a partir da implementação da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), em 1979, e substituída pelo desenvolvimento autônomo de tecnologia. Porém, se, no nível gerencial do programa, a cooperação foi deixada de lado, no nível institucional, sobretudo no INPE, esta foi reforçada. A exemplo disto, os primeiros satélites nacionais (SCD-1 e 2) colocados em órbita valeram-se das configurações do satélite francês Argus.

A área de sensoriamento remoto, no que diz respeito à recepção de imagens, já se encontrava bastante difundida no Brasil, no início da década de setenta, culminando, em 1973, com a instalação de antenas para recepção de dados do satélite norte-americano *Landsat*. Este marco proporcionou ao país a criação de massa crítica e uma capacitação do INPE no estudo, tratamento e análise de dados de sensoriamento remoto, o que foi preponderante para, no início da década de oitenta, atrair a atenção dos chineses para a cooperação nesta área.

Entretanto, o fato de o programa CBERS derivar da cooperação internacional entre Estados acentuou sua conotação política. No tocante a esta conotação, o programa foi visto como um instrumento de aproximação de nações em desenvolvimento para a cooperação em programas tecnológicos sem contudo se avançar sobre outros aspectos produzidos pela cooperação tecnológica, como os aspectos organizacional, científico e tecnológico, que foram objetos de análise neste trabalho.

Sobre o papel da cooperação no aprendizado institucional, no nosso entendimento, dois fatores contribuíram para a sua ocorrência:

- 1) A cooperação foi processada por países em desenvolvimento, onde existia uma certa proximidade entre os estágios de domínio tecnológico na área de satélites; e
- 2) A cooperação deu-se por meio do co-desenvolvimento tecnológico ao verem em seu parceiro uma oportunidade de aquisição de novos conhecimentos e novas tecnologias;

Neste contexto, a cooperação foi importante para que Brasil e China combinassem suas competências na área de satélites de sensoriamento remoto. O Brasil, com competências na recepção dos dados, na área de estruturas mecânicas e de *softwares*, a China, na área de câmeras, arquitetura dos sistemas, integração e testes e lançadores.

No tocante à divisão do ônus, um outro aspecto positivo da cooperação para o Brasil foram os custos relativamente baixos, em se considerando os gastos totais com a MECB. Ademais, um eventual insucesso no programa seria compartilhado com os chineses.

Os riscos tecnológicos incorridos num projeto cooperativo também são menores. Some-se a isso o fato dos projetos espaciais estarem amparados em requisitos de alta confiabilidade e redundância dos sistemas. Estes aspectos foram significativos para a diminuição dos riscos tecnológicos.

A produção de satélites de forma consorciada também tem impacto na formação de economias de escala, ao passo que as encomendas a fornecedores tendem a aumentar. Um aspecto importante é que a cooperação em si continuará em outras versões dos satélites, proporcionando aos fornecedores condições de investimento e de aumento na sua capacidade produtiva.

A questão central da tese era saber se houve aprendizado para o Brasil a partir da cooperação com os chineses na área espacial elegendo o Programa CBERS como parâmetro. A resposta a esta pergunta não pode ser apenas 'sim' ou 'não'. Faz-se necessário tecer alguns comentários a fim de apresentarmos a dimensão deste aprendizado utilizando como premissa os três eixos analíticos: macro, meso e micro, os quais detalharemos a seguir:

### **Aprendizado Relacionado ao Eixo Macro**

Em nosso estudo, o eixo macro foi designado como a vertente política da cooperação internacional. Este aspecto foi tratado com uma profundidade maior no capítulo três. A partir da análise histórica do programa, chegamos às seguintes conclusões:

**Capacidade de Negociação** – Ao longo da cooperação, o INPE e o Brasil foram aprendendo a negociar com a parte chinesa, sobretudo com o desenvolvimento da capacidade relacional. O Brasil não tinha, até o início da cooperação espacial, cooperado efetivamente em outras áreas de C&T, portanto, até aquele momento, os atores não se conheciam. Era até bem provável que houvesse uma certa desconfiança, posto que a parte brasileira não possuía um histórico de sucesso em programas na área de Engenharia e Tecnologias Espaciais. A análise da capacidade de negociação pode ser dividida em duas áreas:

- **Política** – Aquela relacionada ao aspecto diplomático, envolvendo a relação entre os Estados. Analisando a cooperação, o Brasil conseguiu defender os seus posicionamentos em relação à parte chinesa. É necessário ressaltar que alguns pontos enfraqueciam a posição nacional, como por exemplo: o menor envolvimento percentual no Programa, em relação aos chineses; os constantes atrasos no cumprimento das metas do programa e até mesmo a estagnação do programa no início dos anos noventa. Entretanto, apesar destes óbices, a cooperação foi considerada vantajosa para ambos em face da extensão do acordo para mais três satélites, bem

como o aumento da participação do Brasil de 27% para 50% dos contratos industriais, além da possibilidade de lançamento do quarto satélite no Brasil. Ademais, foi proposto um acordo *off-set* à China, no qual o pagamento, feito em dólar, pelos serviços de lançamento efetuados pelo Brasil deveria retornar ao país na forma de compras chinesas de componentes do programa espacial brasileiro.

- **Institucional** – Relaciona-se à cooperação entre o INPE e a CAST. A análise nos mostra que o Brasil obteve ganhos institucionais, sobretudo após a operacionalização do SCD-1 e da entrada em funcionamento do LIT, o que tornou o país apto a negociar o controle do satélite e a realização da AIT no Brasil.

O desenvolvimento dessas duas áreas de negociação possibilitou que o INPE negociasse de forma mais equitativa os aspectos técnicos da cooperação nos modelos subsequentes do Programa CBERS. Nesta nova fase, dado o aumento nos contratos industriais e no número de sistemas e subsistemas, surgem novas áreas nas quais o País poderá desenvolver tecnologias críticas.

### **Aprendizado Relacionado ao Eixo Meso**

O eixo meso foi designado como a vertente organizacional da cooperação internacional. Este aspecto foi tratado com maior profundidade no capítulo quatro. Com relação ao aspecto organizacional, sua relação com as bases do acordo pode ser significativa para o sucesso da missão. Ademais, conforme apresentado, uma organização adequada ao desenvolvimento de um programa tecnológico de satélites favorece o mecanismo de aprendizado *learning by doing*. O aspecto organizacional é uma ponte entre a vertente política – voltada aos mecanismos da cooperação – e a vertente científica e tecnológica – analisada como o aprendizado do INPE.

O rigor organizacional tem como principal objetivo aumentar a confiabilidade dos sistemas desenvolvidos por meio da cooperação. É bom lembrar que existem poucas possibilidades de reparos em sistemas depois de lançados, sendo necessário aumentar constantemente os requisitos de confiabilidade dos sistemas.

O método mais eficaz para atender aos requisitos de confiabilidade é seguir as metodologias propostas para a condução de programas espaciais, apresentadas no capítulo um, observando as sete

fases de desenvolvimento do programa, desde a fase 0 (concepção), passando pelas fases de desenvolvimento de sistemas e sub-sistemas, configurações, pré-testes, lançamento da carga útil, até a fase final (*phase-out*), quando a missão poderá ser considerada concluída.

No tocante ao aprendizado meso do INPE, as principais conclusões do estudo são:

**Gestão Matricial do Projeto** – Trata-se de uma forma de gestão de projetos que propicia condições de flexibilidade e funcionalidade. Este tipo de gestão foi importante para que o Brasil pudesse concluir sua parte do projeto.

Embora tenha havido uma grande demora entre as etapas do programa, observando-se a metodologia internacional, pode-se afirmar que a gestão matricial aumentou o nível de confiabilidade dos sistemas.

No entanto, o período entre as fases C e a D, que normalmente é de um ano a um ano meio, no caso da cooperação Brasil/China, completou-se em sete anos. No período houve perdas de recursos humanos no INPE devido a processos de aposentadoria. Assim, em algumas circunstâncias, durante a pesquisa de campo, quando os atuais gerentes de divisão foram entrevistados, verificou-se que vários técnicos que participaram do projeto desde o seu nascedouro já não se encontravam no INPE. Pode-se concluir que essa perda de recursos humanos, e, sobretudo, de alguns conhecimentos críticos, diminuiu os ganhos de aprendizado com o programa.

É necessário ressaltar que, se por um lado perdeu-se capacitação na área de engenharia e tecnologia espacial, por outro lado o período foi propício para o desenvolvimento de aspectos relacionados à negociação, que culminaram com a realização de toda AIT do FM/2 no Brasil, capacitando o LIT na área de vibração e testes em satélites de grande porte, o que inicialmente não fora proposto nos termos do acordo.

O INPE, para desenvolver um projeto desta grandeza, teve que processar um novo arranjo institucional ao longo dos anos oitenta. Este rearranjo foi favorecido por uma mudança política no contexto nacional. Com o advento da Nova República, em 1985, foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia. O INPE foi alocado na sua esfera de atuação e promoveu internamente uma modificação no seu mecanismo de gestão de projetos.

Neste sistema, foi criada a figura do gerente de projeto, que contrata os sistemas e subsistemas do satélite aos gerentes de divisão. Foram criados, na alçada da Engenharia e Tecnologia Espacial, as seguintes divisões: divisão de sistema de solos, divisão de mecânica espacial e controle, serviço de garantia do produto, serviço de manufatura, divisão de eletrônica espacial, serviço de contratos com o objetivo de atender ao programa. Externos à ETE, foram estabelecidos o laboratório de integração e testes e o centro de rastreamento e controle. Todas essas equipes, contratadas pelo gerente do programa, tinham seus papéis delimitados, podendo, contudo, participar sob a forma de equipes multidisciplinares das decisões sobre as etapas do programa.

A partir do final dos anos oitenta, a condução dos programas CBERS e MECB em paralelo, no Instituto, aumentou a complexidade na configuração tecnológica e no aprendizado institucional. Apesar de o programa CBERS não ter imposto a criação de nenhuma nova divisão, conforme apresentado na pesquisa, este foi muito desafiador para o Instituto, na medida em que se fazia necessária a participação de fornecedores nacionais para o desenvolvimento de sistemas e subsistemas.

**Trabalhar com satélites maiores** – A complexidade do satélite está relacionada a um aumento no número de sistemas e subsistemas, que até então eram desconhecidos pela parte brasileira, o que suscitou uma agenda de trabalho multidisciplinar, com enfoque internacional – ao trabalhar com a CAST – e nacional – ao trabalhar com os fornecedores nacionais. Este tipo de trabalho foi fundamental para desenvolver as principais soluções aos entraves do projeto, como por exemplo, a estabilidade e o controle do satélite.

Comparativamente, os satélites SCD's pesavam aproximadamente 100 quilos, já o satélite CBERS pesava 1,5 tonelada. O mecanismo de controle do CBERS era totalmente diferente dos satélites da MECB, assim como os custos de desenvolvimento e produção. Cerca de 90% dos satélites da MECB foram configurados e produzidos dentro do INPE, tendo em vista o baixo número de empresas certificadas a participarem do programa espacial brasileiro.

O aprendizado das divisões foi verificado em diferentes magnitudes. Dentre estas, convém ressaltar como carro-chefe a divisão de eletrônica espacial, que forneceu ao programa cerca de dez componentes e teve um grau de envolvimento de 90%. O segmento solo do programa também pode ser considerado uma das áreas mais significativas no tocante ao aprendizado, tendo em vista o desenvolvimento de *softwares* para controle de satélites estabilizados em três eixos, e o controle durante aproximadamente um ano do satélite CBERS. Um terceiro setor no qual o aprendizado foi

muito significativo foi a área de integração e testes, onde foram desenvolvidas, no país, uma série de testes para um satélite com massa superior a uma tonelada.

No tocante à interação entre as áreas, um projeto multidisciplinar como o CBERS aumentou a necessidade de que um determinado gargalo tivesse uma solução sob diversos aspectos. Ademais, a estrutura matricial permitiu que as divisões pudessem se relacionar diretamente com a parte chinesa.

Convém ressaltar que a pesquisa registrou uma grande dificuldade na obtenção de informações e dados quantitativos. Como estratégia proposta para a análise, intentou-se, por considerar os dados qualitativos e os dados quantitativos com o mesmo peso, buscar, sempre que possível, o confronto e a complementação das informações, a fim de sedimentar os argumentos da análise

**Trabalho com fornecedores industriais** – Como forma de superação deste entrave, foi desenvolvido um programa de capacitação e certificação dos fornecedores nacionais no INPE, cujo objetivo era a integração de metodologias de projetos na área espacial e aumento da sua quantidade, para que, cada vez mais, os projetos tecnológicos pudessem “sair” do Instituto e migrar para as empresas. Com o advento da nova Lei de Licitações (8.666/93), a continuidade desta estratégia não foi possível, tendo em vista que as empresas que não participaram do programa de treinamento poderiam questionar na justiça uma falta de isonomia nos processos licitatórios.

**Documentação** – Os processos de desenvolvimento do programa foram mais bem documentados, diminuindo, assim, as falhas no sistema e melhorando a rastreabilidade dos produtos. Foi assim que o INPE conseguiu aprofundar a interação com os seus fornecedores e, em algumas vezes, até com as empresas subcontratadas, a fim de promover as melhorias necessárias ao sistema.

### **Aprendizado Relacionado ao Eixo Micro**

O eixo micro foi designado como a vertente científica e tecnológica da cooperação internacional. Este aspecto foi tratado com uma profundidade maior no capítulo cinco. No tocante a este eixo, o aprendizado se deu de múltiplas formas e em diversas áreas, dentre as quais destacamos:

**Desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto** – Embora a participação do Brasil tenha sido de aproximadamente 30% no programa, o país deu um passo importante para o desenvolvimento de tecnologias críticas na área de sensoriamento remoto. Tal fato comprovou-se claramente com a continuidade do programa CBERS, quando a participação brasileira aumentou para 50%, além do desenvolvimento dos satélites da MECB, materializados na conclusão da plataforma multimissão pelo INPE.

**Montagem, integração e testes de satélites de médio porte** – Como descrito anteriormente, o LIT foi uma das áreas que mais evoluiu no tocante ao aspecto tecnológico, com o desenvolvimento de metodologias e métodos totalmente inéditos aos padrões nacionais, que o capacitaram à tarefa de integração e teste de satélites de médio porte, como o caso do satélite CBERS.

**Controle de satélites** – Segundo a divisão do programa espacial em quatro segmentos (espacial, controle de solo, foguete e usuários), a parte de solo deveria ser desenvolvida por cada um dos parceiros. O Brasil conseguiu adaptar um segmento de solo que contemplou o desenvolvimento de *softwares* que não colocassem em risco a operacionalidade do satélite da missão. Assim, o controle de satélite foi uma das áreas mais desafiadoras para o Instituto e um dos aspectos mais relevantes no contexto do aprendizado.

**Maior complexidade do sistema computacional** – A parte computacional do programa ficou a cargo do Brasil. O aspecto mais importante dos sistemas computacionais é a sua confiabilidade, portanto, o Brasil deveria desenvolver um sistema confiável e que pudesse responder a todas as demandas de um satélite complexo como o CBERS.

**Melhoria no suprimento de potência** – O suprimento de potência PSS preparado no Brasil foi bem mais complexo que o utilizado nos satélites da MECB, tendo, portanto, o Brasil se beneficiado com isso.

**Estrutura do satélite** – A parte da estrutura mecânica também mereceu uma especial atenção das áreas de engenharia, tendo em vista que os requisitos de leveza e durabilidade deveriam contribuir para que a vida útil do satélite (em torno de dois anos) fosse alcançada. Um outro aspecto importante de engenharia foi a eliminação de qualquer incompatibilidade com o sistema. Além disso, procurou-se uma configuração dos equipamentos dentro do satélite que otimizasse o espaço destinado à carga útil (*payload*).

**Construção de uma câmera de sensoriamento remoto** – O Brasil conseguiu, juntamente com os fornecedores nacionais, construir uma câmera imageadora de campo largo (WFI) que, apesar de ser considerada um experimento científico e não um componente do satélite, logrou um relativo êxito, fornecendo imagens atualmente utilizadas para estudos ambientais e de cobertura vegetal, criando um novo produto para o país.

**Aspecto Científico** - Pode-se afirmar, à luz dos indicadores apresentados na tese, que a área de ETE do INPE não se utilizou do programa CBERS como uma forma de aumentar o seu aprendizado científico, tampouco aumentou as interações com a parte chinesa em prol de uma ampliação no número de publicações em conjunto com a CAST.

A principal conclusão e contribuição do estudo para o debate é que a cooperação internacional deve ser repensada no aspecto de se desenvolver estratégias para o aumento do aprendizado, sobretudo do INPE. Concluída esta primeira etapa do programa, deve-se atentar para a correção no futuro. Primeiramente, o programa deve contemplar mais o segmento de usuários para que as demandas da sociedade sejam mais satisfeitas. Esse atendimento também pode ter impacto no aprendizado do INPE, pois a interação entre os atores poderia agora ser avaliada não só em relação à cooperação com a CAST, mas também em relação aos usuários nacionais, onde estes últimos, respeitando os parâmetros da cooperação, poderiam atuar na definição de bandas espectrais dos sensores do satélite. Muito embora o CBERS tenha alcançado marcas superiores a 190 mil acessos de imagens, até março de 2006, conforme identificado no site do INPE ([www.cbbers.inpe.br](http://www.cbbers.inpe.br)), isto não significa que as demandas da comunidade científica estejam sendo atendidas no tocante aos sensores mais adequados para a realização da pesquisa na área de Observação da Terra.

Na primeira etapa, como afirmamos, o programa foi eminentemente uma cooperação da área de engenharia e tecnologia espacial. O Brasil foi o terceiro país do mundo a ter um sistema de recepção de dados do satélite Landsat e encontra-se com uma massa crítica relativamente consolidada na área de sensoriamento remoto orbital. Assim, os usuários nacionais, e não só os usuários internos ao INPE, deveriam ser ouvidos na definição dos sensores do satélite. O segundo aspecto é a melhoria da capacidade relacional do INPE com os chineses, a fim de que se possam diminuir as barreiras informacionais e trabalhar de maneira mais conjunta e mais integrada. Neste aspecto, seria importante mencionar, de forma clara, os limites e as possibilidades de transferência de tecnologia e de informação entre os atores, à luz das regras que orientam as atividades internacionais.

## Referências Bibliográficas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, documentos: NBR 14857-1 (Sistemas Espaciais - Gerenciamento do Programa - Parte 1: Estruturação de um Programa); NBR 14857-2 (Sistemas Espaciais - Gerenciamento do Programa - Parte 2: Garantia do Produto); NBR 14882 (Sistemas Espaciais - Operações de Centro de Lançamento - Requisitos de Segurança); NBR 15100 (Sistema de Qualidade - Aeroespacial - Modelo para a Garantia da Qualidade em Projeto, Desenvolvimento, Produção, Instalação e Serviços Associados) em observância às normas internacionais catalogadas sob os números NPD 1000.1; NPD 1000.2; NPD 7120.4; NPG 7120.5; Nasa HQSM 1200-1.

ABDENUR, R.(1994): **O Brasil e a Ásia**. Revista de Política Externa. Vol 02, nº 3, Dez/Jan/Fevpp.07-43.

ABI-SAD, S.C.M. (1996) **A potência do Dragão - A estratégia diplomática da China**. Editora UnB.

AEB.(1996) **Programa Nacional de Atividades Espaciais - 1996-2005**. Brasília.

AEB.(1998) **Programa Nacional de Atividades Espaciais - 1998-2007**. Brasília.

AGRA, W. de M. (2003) **Possibilidade de Diferenciação entre empresa brasileira e empresa brasileira de capital nacional pela lei infraconstitucional – Remédio contra uma Fraude à Constituição**. Disponível na Internet: <<http://www.mundojuridico.adv.br>>. Acesso em 22 de abril de 2005.

ALMEIDA, D. (1983) **Condução de Projetos Interdisciplinares em Instituições de Pesquisa – Aspectos Organizacionais e Comportamentais**. São Paulo, VIII Simpósio Nacional de Pesquisa em Administração em Ciência e Tecnologia, Out.

- ALVES, P. G. (1992): **Access to Outer Space Technologies Implications for International Security**. UNIDIR. Nações Unidas. 156p. Nova York.
- AMORIM, C. L. N. (1994) **Perspectivas da Cooperação Internacional**, in *Cooperação Internacional - Estratégia e Gestão*. Jacques Marcovitch (org.), EDUSP, São Paulo.
- AMORIM, Celso (1994). **Vinte anos de relações diplomáticas entre Brasil e China**. Opinião: Correio Brasiliense, 31/09/94, p. 7.
- BAER, W.(2003) **A Economia Brasileira**. Editora Nobel, São Paulo, 2ª Edição. 512 p.
- BARBOSA. M. N. (1999) **A cooperação internacional na área do Espaço**. *Parcerias Estratégicas*, número 7, out. pp. 131-136.
- BELL, M & PAVITT, K. (1995): **The development of technological capabilities**. In Haque, I.U. (ed.) *Trade, Technology and International Competitiveness*. The World Bank, Washington.
- BELL, M.(1984) **Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries**. In King and M. Frasan (eds) *Technological capability in the third world*, London: Macmillan
- BENKÖ, Marietta & SCHROGL, Kai-Uwe. (1995): **Space Benefits – Towards a useful framework for international cooperation** in *Space Policy*. Vol. 11, Issue 1, Pages 5-8.
- BERNARDES, R. C. (2001) **EMBRAER: Elos entre Estado e Mercado**. 1ª ed. São Paulo: Editora HUCITEC. v. 2000. 488 p.
- BETZLER, A. (2001) **Os dragões dominam o espaço: passado, presente e o ambicioso futuro do programa espacial chinês** in *Revista ComCiencia: “O Homem no Espaço; Conhecimento e incerteza”*. N° 17, Fev.

BRASIL: Leis e Decretos.(1984) **Summary of technical conversations between China Beijing Wan Yuan Industry Corporation and Brazil Aerospace Technical Center on satellite launch vehicles**, mimeo. São José dos Campos, 2.5.1984.

BUKES, W. & DIETZ, J. R&D (2004) **Cooperation and innovation activities of firms – evidence for the German manufacturing industry**. Research Policy n° 33 pp 209-223.

BURGOS, M.B (1999): **Ciência na Periferia: A Luz Síncrotron Brasileira**. EDUFJF, 203 p.

CABRAL FILHO, S. B.(s.d.) **O Brasil e a China – Relação de Cooperação no século XXI** in [www.ccibc.com.br/pg\\_dinamica/bin/pg\\_dinamica.php?id\\_pag=58](http://www.ccibc.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=58), acesso em 28/06/2006.

CAMERON, H. Georghrion, L. The ESPIRIT Programme and the UK, IEE, for Alvey Directorate, London (1988).

CAMPELO, C. “A articulação internacional” in Revista Techno - Tecnologia Aeroespacial no Brasil. Edição Bilingue. Edição 22/2002. Brasília pp. 98-99.

CANUTO, O. Ciclos de Vida do Produto e Vantagens de Internalização de Capacidades Tecnológicas. *In*: Anais do XIX Encontro Nacional de Economia da ANPEC, 1991, Curitiba. pp. 312-320.

CARVALHO, H. C. (2004) Tecnologia de Satélites e Aplicações. Palestra proferida em 27/05/2004 no programa “Quintas Espaciais”, Agencia Espacial Brasileira, disponível em [http://www.aeb.gov.br/area/PDF/quintas/QE\\_Himilcon.pdf](http://www.aeb.gov.br/area/PDF/quintas/QE_Himilcon.pdf), acesso em 10/06/2006.

- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Tecnoglobalismo e o papel dos esforços de PD&I de multinacionais no mundo e no Brasil. *Parcerias Estratégicas, Brasil*, n. 20, p. 1179-1200, 2005.
- CASSIOLATO, J. E.; BERNARDES, R.; LASTRES, H. M. M.(2002) **Transfer of Technology for Successful Integration into the Global Economy - A case study of Embraer in Brazil**. Genebra: United Nations - UNCTAD. v. 1. 61 p.
- CERREÑO, A.L.C. & KEYNAN, A. (1998) **Scientific cooperation, state conflict: the role of scientists in mitigating international discord**, New York Academy of Sciences, New York.
- CERVO, A. L. (1994) **Socializando o desenvolvimento: Uma história da cooperação técnica internacional do Brasil** *in* Revista Brasileira de Política Internacional 37 (1) pp.37-63.
- CHESNAIS, F.(1998) **Technical cooperation agreement between firms**. *STI Review* 4, 51-120.
- CHVIDCHENKO, I.(1995): **Gestión des Grands Projects**, Paris CEPADUES – EDITIONS.
- CIBORRA, C. (1991) **Alliances as learning experiments: co-operation competition and change in high tech industries**. In Mytelka, L. (ed.), *Strategic Partnership, States, Firms and International Competition*. Frances Pinter.
- CLBI (1995). **Trinta anos na Conquista do Espaço** (Edição comemorativa dos 30 anos de fundação do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno). Natal.
- COELHO, A. C. (1996) **Estudo de interface entre agências espaciais, governo federal e o desenvolvimento do setor industrial espacial**. Monografia. IE/UNICAMP. 86 p.

COHEN, W. M. & LEVINTHAL, D. A. (1989) **Innovation and Learning: the two faces of R&D** in the Economic Journal n° 99.

COMBS, R. et alii, (1996). **Technological Collaboration**. Cheltenham, London.

CONCA, K. L. (1992) **Global Markets, Local Politics and Military Industrialization in Brazil**. PhD. Thesis. University of California at Berkeley. p. 537.

COSTA, I. (2003) **Investimento direto estrangeiro e capacitação tecnológica: uma análise a partir da indústria paulista**. Tese de Doutorado em Política Científica e Tecnológica. DPCT/IG/UNICAMP.

COSTA, M. C. (2004) **Cooperação Científica: O papel das agências internacionais na dinâmica Norte-Sul**. Revista Ciências Humanas, Taubaté, SP, v. 10, n. 1, p. 63-69.

COSTA, M. C. (2005) **Cooperação Internacional, Desenvolvimento e Ciência na Periferia**. Horizontes, Bragança Paulista.

COSTA, M. C.; CORDER, S.; VELHO, P. E.; GOMES, E. (2002) **Mercosur: cooperación en ciencia y tecnologia**. Nueva Antropologia, México, v. xviii, n. 60, p. 9-27.

COSTA FILHO, E. J. (2002) **Política Espacial Brasileira**. Editora Revan. Rio de Janeiro. 192 p.

COSTA FILHO, E. J.; FURTADO, A. T. (2002) **The Brazilian Microsatellite Development Strategy: an Assessment of the Scientific Applications Satellite (SACI) Programme**. In: Michael Rycroft; Norma Crosby. (Org.). Smaller Satellites: Bigger Business? Concepts, Applications and Markets for Micro/Nanosatellites in a New Information World. 1 ed. Dordrecht, Boston, London, v.01 , p. 321-327.

- CULHANE, J. L. & WORMS, J. C. (2001) **Improving the effectiveness of international collaboration in space science**. *Space Policy* 17, 179-186.
- CUNHA, L. F. (2004) **Em busca de um modelo de cooperação Sul-Sul – o caso da área espacial nas relações entre o Brasil e a República Popular da China (1980-2003)**. Dissertação de Mestrado em Relações Internacionais. IREL/UnB, 109 p.
- DAGNINO, R.P. (1989) **A Indústria de Armamentos Brasileira: uma tentativa de avaliação**. Tese de Doutorado em Economia. IE/UNICAMP, 512.
- DAGNINO, R. P. (2000) **De volta aos quartéis ou para os laboratórios? A pesquisa tecnológica militar e a política externa brasileira**. *In*: José Augusto Guilhon. (Org.). *Sessenta anos de política externa Brasileira (1930-1990): Prioridades, Atores e Políticas*, v. , p. 149-171.
- DAGNINO, R. (2003) **A relação Universidade - empresa no Brasil e o argumento da Hélice Tripla** *in* *Revista Brasileira de Inovação*, Volume 2, Número 2, Julho/Dezembro 2003, pp. 267- 307.
- DAGNINO, R. P.; CAMPOS FILHO, L. A. (2005) **Cooperação Sul-americana - Européia no campo do material de defesa**. *In*: Alfredo Valladão et al.. (Org.). *Segurança Internacional: Políticas Públicas e Cooperação Bi-regional*. Rio de Janeiro: Impresum, v. , p. 104-113.
- DAHLMAN, C & WESTPHAL, L. E.(1982) **Technological effort in industrial development – an interpretative survey in recent survey**. *In*: Stewart, F. And James (eds) *The economics of new Technology in Developing Countries*, pp. 105-137. London: Frances Pinter.

- DANIEL, R. R. (1996) **International cooperation in strengthening ground based measurements in developing countries in support of satellite data**, Advances in Space Research, Volume 17, Issue 8, Pages 107-110.
- DELBECK, A.; ROUX, D.(1989) **l'Industrie et la gestion des Grands Programmes Spatiaux**. São José dos Campos, apostila de curso /propesa-CTA.
- DIAS, M. R., (2002) **Expositor Simpósio 4: Confiabilidade e Competitividade tecnológica: espaço, aeronáutica e nuclear** in Parcerias Estratégicas (Edição Especial), Memória da Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Volume 2.
- DOSI, G. (1982): **Technological Paradigms and Technological Trajectories. The determinants and directions of technological change and transformation of the economy** in Freeman, C Long Waves in the world economy, Pinter Publishers, London.
- DOSI, Giovanni. (1988) **Technology and Economic Theory**. Pinter Publishers. London pp. 349-369.
- ENOS, J. L. (1991) **The creation of technological capability in developing countries**. London Pinter Publishers.
- EUROCONSULT. (2006) **Satellite TV platforms World Survey & Prospects to 2015**. Euroconsult Research Report. França. 300 p.
- FABER, J. & HESEN, A.B.(2004): **Innovation Capabilities of European Nations Cross-National Analysis of Patents and Sales of Product Innovations**. Research Policy, 33, pp.193-207.
- FARIA, L. R; COSTA, M. C. (2006) **Cooperação Científica Internacional: Estilos de Atuação da Fundação Rockefeller e da Fundação Ford**. Dados - Revista de Ciências Sociais, Rio de Janeiro, v. 49, nº 1.

FEUSTEL-BUECHL, J. (2000) **Foreword – the international space station: the largest international venture in space ever undertaken!** in *Air & Space Europe*, vol. 2 no. 06 pp. 26-27.

FGV/CPDOC. **A política externa brasileira no cenário da guerra fria**

([www.cpdoc.fgv.br/nav\\_jk/htm/O\\_Brasil\\_de\\_JK/A\\_politica\\_externa\\_brasileira\\_no\\_cenario\\_da\\_Guerra\\_Fria.asp](http://www.cpdoc.fgv.br/nav_jk/htm/O_Brasil_de_JK/A_politica_externa_brasileira_no_cenario_da_Guerra_Fria.asp)) texto eletrônico acessado em 18/05/2005.

FIGUEIREDO, P.C.N. (1999) **Technological Capability – Accumulation Paths and the Underlying learning process in the latecomer context: A comparative analysis of two large steel companies in Brazil.** Phd Thesis, SPRU, /University of Sussex .

FONSECA, M.G. (2001) **Evolutionary Economics, Complexity and Institutions**, Anais II Seminário Brasileira da Nova Economia Institucional (SBNEI), Unicamp-Campinas.

FORTES, L. T. G.; PERILO, S. A.; SILVA, R. F.; GONÇALVES, S. (1992) **Atividades Espaciais Brasileiras: Panorama Atual e Perspectivas de Longo Prazo – Um subsídio ao Plano 2010 da SCT.** Serviço de Planejamento Estratégico – SPL. INPE. São José dos Campos (INPE – 003/AEP/CPN-001).

FRANKO-JONES, P. (1992), **The Brazilian Defense Industry**, Westview Press Boulder, Colorado.

FREEMAN, C.; SHARP, M & WALKER, W.(1991) **Techonology and the future of Europe: global competition environment in the 1990's**, Pinter Publishers, London.

FREEMAN, C.(1988) **Japan, a New System of Innovation.** In: DOSI, Giovanni et alii *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter, p. 330-348.

- FURTADO, A. T. (1994) **Capacitação Tecnológica, Competitividade e Política Industrial: uma Abordagem Setorial e por Empresas Líderes**. Brasília: IPEA. (Texto para Discussão).
- FURTADO, A. T. & COSTA FILHO, E. J. (2001) **Avaliação dos Impactos Econômicos do CBERS: um estudo dos fornecedores do INPE**. DPCT/IG/UNICAMP. Mimeo, 82 p.
- FURTADO, C. (1983) **O Brasil Pós-Milagre**. Editora Paz e Terra. 8ª Edição. 158 p.
- GAMA, W.N.G (2004) **O papel do Estado na regulação do acesso de pesquisadores estrangeiros na Amazônia brasileira na década de 1990: o caso do INPA**. Tese de Doutorado em Política Científica e Tecnológica. DPCT/IG/UNICAMP.
- GARCEZ, C. (2004) **Empresas multinacionais em sistemas locais de inovação no Brasil: dois casos na indústria automobilística**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - COPPE- UFRJ.
- GAZETA MERCANTIL, **Parceria para três novos satélites**. Caderno Nacional p. A.6 em 22/11/00
- GEORGE, H. (2000) **Developing countries and remote sensing: how inter governmental factors impede progress**. In Space Policy 16. pp.267-273. Elsevier.
- GEORGHIOU, L. & ROESSNER, D. (2000) **Evaluating technology programs: tools and methods**. Research Policy, 29 pp. 657-678.
- GEORGHIOU, L. (2001) **Evolving frameworks for European collaboration in research and technology** Research Policy, 30 pp. 891-903.
- GEORGHIOU, L. (1998) **Global Cooperation in Research**. Research Policy 27 pp. 611-626.

GILKS, A.(1997) **China's Space Policy: review and prospects** in Space Policy 13 (3), pp. 215-227.

GREENBERG, J. S. & HERTZFELD, H.(1992) **Space Economics**, Volume 144. Progress in Astronautics and Aeronautics, University of Colorado at Boulder, American Institute of Astronautics and Aeronautics.

GREMAUD, Amaury Patrick et all. (2004) **Economia Brasileira Contemporânea**. 5ª Edição. Editora Atlas. 626 p.

GRILICHES, Z. (1990) **Patent Statistic as economic indicators**. The Journal of Economic Literature 28, pp.1661-1707.

HAGEDOORN, J. (2002) **Inter-firm partneship: an overview of major trends and patterns since 1960**. Research Policy vol 31, pp.477-492.

HASENCLEVER, L.; CASSIOLATO, J. (1998) **Capacitação Tecnológica Empresarial Brasileira e Transferência de Tecnologia**. In: Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 20, São Paulo, 1998. *Anais.*, p. 309-321;

HERRERA, A. O. (1975) **Los Determinantes Sociales de la Política Científica en América Latina: Política Científica Explícita y Política Científica Implícita** in Sabato (coord.), El pensamiento Latino-americano en la problemática científica-tecnológica-desarrollo-dependencia, Buenos Aires, Editorial Paidós.

INPE . **Relatório de Atividades**. Diversos Números.

INPE. (1991) **Caminhos para o Espaço – 30 anos do INPE**. São José dos Campos. Editora Contexto.

INTELSAT: 1984 **Annual Report**.

JORNAL ESPACIAL. Ano X, nº 68 INPE março/abril, 1988 p. 5

JORNAL O GLOBO, 21/12/89: **Brasil e China criam satélite próprio para o terceiro mundo.**

KAPLER, H. (2000) **Introduction and Overview of the European Space Industries Sector** in Air & Space Europe vol. 2 no. 06 pp. 16-18.

KASEMODEL, C. A. M.(1996) **O Programa Espacial Brasileiro e a Inovação Tecnológica.** São José dos Campos, ITA.

KATZ, J. (1972) **Importación de Tecnologia Aprendizaje local e Industrialización Dependiente.** Buenos Aires: Instituto Torcuato di Tella Centro de Investigaciones Econômicas Superior.

KATZ, M.(1986) **An Analysis of cooperative research and development.** Rand Journal of Economic 17, pp.527-543.

KIM, L. (1999) **Building technological capabilities for industrialization: analytical frameworks a Korea's experience.** In Industrial and Corporate Change, V. 8, nº 1, Oxford University Press.

KIM, L. (1998): **Technology Policies and Strategies for Developing Countries: Lessons, From the Korean Experience.** inTechnology Analysis & Strategic Management, vol. 10, nº 3.

KIM, L. (1997) **The Dynamics of Samsung's Technological Learning in Semiconductors.** In California Management Review, 39(3): pp.86-100.

- KLEINKNECHT, A. (1996) **New indicators and determinants of innovation: an introduction.** In Kleinknecht, A. (ed.) *Determinants of Innovation: the Message from new Indicators.* Macmillan London, pp. 1-11.
- KLINE, S.J. & ROSEMBERG, N. (1986) **An Overview of Innovation.** In: Landau, R & Rosemberg, N (ed.) *The Positive Sum Strategy. Harnessing Technology for Economic Growth.* Washington, D.C. National Academy Press, pp; 275-305.
- LACERDA, A. C. *et all.* (2000) **Economia Brasileira.** Editora Saraiva. 2ª Edição, 295 p.
- LÁLA, P. (1996) **The Role of the United Nations in Promoting International Cooperation in Peaceful User of Outer Space.** *Acta Astronautica* Vol.39 N:9-12, pp.647-655.
- LALL, S. (1987) **Learning to industrialize: The Acquisition of technology capability by India.** London: McMillan.
- LALL, S.(1992) **Technological Capabilities and industrialization.** In *World Development* 20 (2), pp.165-186.
- LALL, S. (1982) **Technological Learning in the Third World: Some Implications of the Technology Exports** in Stewart, F & J. James(eds). *The Economics of new technology in developing countries.* London: Francis Pinter.
- LARSON, W. J. & WERTZ, J.R (eds). (1997) **Space Mission Analysis and Design.** Space Technology Series. Microcosm, Inc. and Kluwer Academic Publishers. 840 p.
- LESSA, A.C.M. (1996): **Pelos quatro cantos do mundo: um balanço histórico da estratégia de diversificação de parcerias sob o governo Geisel (1974-1979).** *Cadernos do Departamento de Relações Internacionais.* UnB, Cad. 1, Nov.

- LESSA, A.C.M. (1998) **A Diplomacia universalista do Brasil: A construção do sistema contemporâneo de relações bilaterais**. Brasília, Revista Brasileira de Política Internacional, Vol. 41: 29-41.
- LI, D; CUI, S; JIAO, S. (2001) **China's satellite remote sensing technology and its application** in 20<sup>th</sup> Century. Paper apresentado no 22<sup>nd</sup> Asian Conference on Remote Sensing. Singapore. Mimeo.
- LUNDVALL, B.A. (1988) **Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation**. In: DOSI, G. et al. Technical change and economic theory. London: Pinter Publishers.
- LUNDVALL, B.A.(Ed.). (1992) **National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London, Pinter Publishers.
- MANUAL FRASCATI (2002) **Proposed Standard Practice for surveys on research and experimental development**. Mimeo. OCDE. França. versão em pdf disponível em [www.mct.gov.br/upd\\_blob/6562.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/6562.pdf) acesso em 12/03/2006.
- MAXIMIANO, A.C.A. (1997) **Administração de Projetos: Transformando idéias em resultados**. Editora Atlas. São Paulo. 1<sup>a</sup> Edição. 196 p.
- MCDONALD, D. (1999) **Developing guidelines to enhance the evaluation of overseas development projects**, Evaluation and Program Planning, Vol. 22 Issue 2 May, pp. 63-174.
- MCT/CNPq. (1997) **Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia. 1990-1996**. Brasília.
- MCT.(2001) **Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafios para a sociedade brasileira (Livro Verde)**. Brasília .

MCT.(2002) **Relatório de Avaliação das Unidades de Pesquisas do MCT**. Brasília.

MD. Comando da Aeronáutica (2004). **Relatório da Investigação do Acidente Ocorrido com o VLS 1 V03, em 22 de Agosto de 2003 em Alcântara, Maranhão**. São José dos Campos. Fev. 2004. 118 p.

MEDEIROS, A.P.C. (1994) **As organizações internacionais e a cooperação técnica in** Cooperação Internacional - Estratégia e Gestão. Jacques Marcovitch (org.), EDUSP, São Paulo.

MITCHELL, W.; SINGH, K.(1992) **Incumbents' use of pre-entry alliances before expansion into new technical sub-fields of an industry**. Journal of Economic Behaviour and Organization, vol 18.

MODY, A.(1993) **Learning through alliances**. Journal of Economic Behaviour and Organization.vol.20

MOLETTE, P. et all. (1996) **Small satellites for Latin America**, Acta Astronautica, Volume 38, Issue 12 Pages 955-962.

MONSERRAT FILHO, J. (1997) **Brazilian-Chinese space cooperation: an analysis**, Space Policy 13 (2), pp. 153-170.

MONSERRAT FILHO, J. (2005) **Lembrando Renato Archer in** JC e-mail 2726, de 15 de Março de 2005.

MOTTA. A.G. (1986) **Esboço Histórico da Pesquisa Espacial no Brasil**. 2ª Ed. Editora Foco. Natal. 118 p.

MRE. Agência Brasileira de Cooperação(2004): **Diretrizes para o desenvolvimento da cooperação técnica internacional multilateral e bilateral**. 2ª Edição. Set.

- NASA. (2002) **Space Science Enterprise Management Handbook**. Office of Space Science. Nasa Headquarters. Versão em pdf em <http://spacescience.hq.nasa.gov/admin/pubs/handbook/OSSHandbook.pdf>, acesso em 12 de outubro de 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1999) **The pervasive role of science, technology and health in foreign policy: imperatives for the Department of State**, National Academy Press, Washington DC.
- NATO Advisory Group and Robert A. Fuhrman, Jürgen H. Wild (1996) **International cooperation – how to proceed**, Space Policy, Volume 12, Issue 2 pp. 142-146.
- NEGASSI, S. (2003): **R&D co-operation and innovation: a microeconomic study on French firms**. Research Policy, 33, pp. 365-384.
- NEVES, M.A.S. et alii.(2000) **Indicadores de Qualidade para instituições de P&D: a metodologia implementada pelo Instituto Nacional de Tecnologia – INT**. in Parcerias Estratégicas, nº 9, out., pp. 109-120.
- NERI, J.A.C.F.; SANTOS, W.A.; RABAY, S.; FONSECA, I.M.(1996) **The Brazilian Scientific Microsatellite SACI-1**. Acta Astronautica, USA, v. 30, n. 9-12.
- NERI, J.A.C.F.; FONSECA, I.M.:(1998): **The Brazilian Scientific Satellite SACI-1**. in: 4th International Symposium on Small Satellite Systems and Services, 1998, Antibes-Juan Les Pins. Proceedings of the 4th International Symposium on Small Satellite Systems and Services. Antibes-Juan Les Pins, v. 03. pp. 3-10.
- NOOTEBOOM, B. (1999): **Innovation and inter-firm linkages: new implications for policy**. Research Policy 28, 793-805.

- OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (OTA), 1985. **International Cooperation and Competition in Civilian Space Activities** (Washington, D.C. Congress). 55 p.
- OFVERHOLM, I & GAUBERT, A.(2000) **The Context of the European Space Industry** in *Air & Space Europe* vol. 2 no. 06 pp. 19-21.
- OLIVEIRA, F.I. (1995) **Programa Brasileiro de Satélites**. *In* Revista da Diretoria de Engenharia e Aeronáutica – DIRENG, ano 5, nº 8, out, Rio de Janeiro – RJ, pp. 8-13.
- PAPP, D. & MELLNTYRE S. (1999) **International Space Policy: Legal, Economic and Strategic options for twentieth Century and Beyond**. *Space Policy*.
- PATEL, P & PAVIT K. (1993) **Patterns of technological activity: their measurement and interpretation**, *in* Stoneman, P. (ed.) *The Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Blackwell Scientific Publication. Oxford.
- PAVITT, K. (1984) **Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and theory**. *Research Policy* n. 13.
- PAVITT, K. (1989) **The intellectual patherns and determinants of technological activities**. *In*: *Research Systems in Trasition* Editors S. Cozzin et all. Londres: Kluwer Academic Publishers.
- PINHEIRO, L. (1993) **Restabelecimento de relações diplomáticas com a República Popular da China: uma análise do processo de tomada de decisão**. *Estudos históricos*, vol. 06, nº12, pp. 247-270.
- PONDÉ, J.L.S.P.S. (1993) **Coordenação e Aprendizado: elementos para uma teoria das inovações institucionais nas firmas e nos mercados**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Economia – Unicamp, 152p.

Querido Oliveira, E. A. de A.(1998) **Proposta de modelo organizacional de gestão de tecnologia para o setor espacial brasileiro: estudo do caso VLS**. Tese de Doutorado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica. ITA. São José dos Campos

RAUPP, M. A. (1987) **Entrevista**. in jornal: “O Espacial”. Ano IX, nº 66, INPE, maio/junhopp. 3-6.

ROCHA NETO, I.(2004) **Ciência, Tecnologia & Inovação: Enunciados e Reflexões: Uma experiência de avaliação de aprendizagem**, Brasília, Editora Universa, 268 p.

ROSEMBERG, N. (1982) **Inside the black box: technology and economics**. Cambridge University Press.

SADEH, E. (1999) **Dynamics of international space cooperation: evaluating missions for exploring space and protecting the Earth**. Ph.D. Dissertation, Colorado State University.

SADEH, E. (2002) **A Failure of International Space Cooperation: The International Earth Observing System**. Space Policy. Volume 18, Issue 2 , May, Pág. 135-150.

SADEH, E. (2003) (org) **Space Politics and Policy: An Evolutionary Perspective**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 528pp.

SALLES-FILHO (org.) (2000) **Ciência, Tecnologia e Inovação: A reorganização da pesquisa pública no Brasil**. Editora Komedi. Campinas.. 413p.

SANTANA, C.E. & COELHO, J.R.B.(1999) **O Projeto CBERS de Satélites de Observação da Terra**, in Parcerias Estratégicas, nº 7, out.. pp. 203-210.

- SANTANA, L.M.; HASENCLEVER, L.; MELO, J.M.C. (2003) **Capacitação tecnológica e competitividade na Petroquímica Brasileira nos anos 1990: o caso de Camaçari-BA.** Revista Brasileira de Inovação. Vol. 2, nº 1, jan/jun. pp. 147-177.
- SCOTT-KEMMIS, D. & BELL, M. (1985) **Technological Capacity and Technical Change: Case Studies, Report on a Study of Technology Transfer in Manufacturing Industry in Thailand**, Working Paper no. 6, Brighton: SPRU .
- SCHWARTZ, M. (1979) **European policies on space science and technology 1960-1978.** Research Policy 8, pp.204-243.
- SCHWARTZMAN, S. (1992) **Padrões de Produção Científica e Pós-Graduação.** Seminário Interno da Fundação Getúlio Vargas Rio de Janeiro, novembro. Mimeo, disponível [www.schwartzman.org.br/simon](http://www.schwartzman.org.br/simon) acesso em 23/09/2006
- SILVA, D.H. (2005) **Brazilian participation in the International Space Station (ISS) program: commitment or bargain struck?** Space Policy Volume 21, Issue 1 , Feb. 2005, Pág. 55-63.
- SOBRAL, J.H.A.(1999): **Sobre a importância Estratégica da Ciência Espacial para o Brasil.** Parcerias Estratégicas número 7 out., pp.87-102.
- SOUZA, P.N. & KATAOKA FILHO, M. (1999): **O programa Brasileiro para Estação Espacial internacional: Histórico, Estratégias e Objetivos.** Parcerias Estratégicas número 7 out. pp.137-150.
- SOUZA, P.N. (2003) **Curso Introdutório em Tecnologia de Satélites - CITS.** Versão em CD-Room. INPE (Doc. INPE 9605 - PUD/126).
- TAPIA, J.R.B. (1995) **O Desenvolvimento de Sistemas de Produtos Complexos: O Caso do Satélite Brasileiro – Parte V.** In: L.G. Coutinho; J.E. Cassiolato; A.L. Silva. (org.).

- Telecomunicações, Globalização e Competitividade. 1ª ed. Campinas-SP, 1995, v. , p. - 333.
- TEECE, D.J. (1977) **Technology transfer by multinational firms: the resource cost of transferring technology know-how**. Economic Journal, vol. 87, pp. 242-261.
- TONI, F. (1994). **Avaliação da Cooperação Científica Internacional em Pesquisa Biológica na Amazônia: O Caso Brasil e Franca**. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) - Universidade Estadual de Campinas
- TONI, F.; VELHO, L. (1996) **Presença Francesa no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia**. Interciência, Caracas, v. 21, n. 1, p. 25-30.
- VARGAS, M.A. (2002) **Proximidade Territorial, Aprendizado e Inovação: Um estudo sobre a dimensão local de processos de capacitação inovativa em arranjos e sistemas**. 196 f. Tese (Pós-graduação em Economia) – Instituto de Economia da UFRJ .
- VELHO, L. (1996) **Assessment of International Scientific Collaboration in Brazilian Amazonia**. In: J. Gaillard. (Org.). International Scientific Cooperation, 20th Century Science: Beyond the Metropolis. Paris: ORSTOM Editions, v. 7, p. 155-170.
- VELHO, L. (1997) **Cooperação em Ciência e Tecnologia no Mercosul**. Síntese Final. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, 50 p.
- VELHO, L. (2001) **Cooperação em C&T entre os países do Mercosul**. Parcerias Estratégicas, Brasília, Brasil, v. 10, n. -, p. 58-74, 2001.
- VELHO, L. (2002) **North South Collaboration and Systems of Innovation**. Journal of Technology Management and Sustainable Development, Reino Unido, v. 1, n. 3, p. 171-185.

- VELHO, L. (2004) **El papel de las agencias de asistencia internacional en la creación de capacidades para la investigación en países menos desarrollados. Lecciones desde Nicaragua.** Revista Iberoamericana de Ciência, Tecnología y Sociedad, Madrid, Espanha, v. 3, n. 1, p. 19-50.
- VELHO, L.; GAMA, W. (2005) **Cooperação Internacional na Amazônia.** Estudos Avançados, São Paulo, v. 54, p. 205-224.
- VELHO, L.; VELHO, P. E. (1996) **Scientific Collaboration Of Advanced/Developing Countries** In Biological Sciences: The Maracá Rain Forest Project. Cadernos de Ciências e Tecnologia, Brasília, Embrapa, v. 13, n. 1, p. 9-20, 1996.
- VIZENTINI, P.F. (1998) **A Política Externa no Regime Militar Brasileiro: multilateralismo, desenvolvimento e construção de uma potência média (1964-1985).** 1ª Ed. Porto Alegre, Ed. UFRGS.
- WEND, M. & C. Van der: (2001) **International Policies: About new trends and constitution.** Higher Education Policy Volume 14, Issue 3 Sept. pp. 249-259.
- WILLIAMSON, O.E. (1996) **The mechanisms of governance.** New York. Oxford University Press.
- YANG, C. (1989) **China's LONG MARCH Series Carrier Rockets.** Military World, May, pp.20-25.
- YIN, R. K.(1994) **Case Study Research – design and methods.** Applied Social Research Methods Series, vol. 05, 2<sup>nd</sup> Edition USA: Sage Publications, 1994.
- ZEMIN, J. (1993) **Acelerar a reforma, a abertura e a modernização e conquistar vitórias mais importantes para a causa do socialismo com peculiaridades chinesas** in Revista Política Externa Vol. 1 n° 4 Mar pp. 146 - 181.

# ANEXOS

## Anexo 1.

### Questionário de análise dos impactos do Programa CBERS no INPE

Obs: O presente questionário será usado como subsídio à tese de doutorado em política científica e tecnológica - desenvolvida no departamento de política científica e tecnológica, cujo foco é a análise do programa CBERS.

#### 1. Identificação do entrevistado

Nome: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Ano de Ingresso no INPE: \_\_\_\_\_

Vsa. já trabalhou em outras áreas do Instituto? \_\_\_\_\_ Sim ; \_\_\_\_\_ Não

Em caso afirmativo, qual(is)? \_\_\_\_\_

Tempo no Programa CBERS: \_\_\_\_\_

#### 2. Identificação da Divisão no INPE

Divisão na qual chefia: \_\_\_\_\_

Data de criação da chefia : \_\_\_\_\_

O Programa CBERS foi o motivo para criação da Chefia? \_\_\_\_\_ Sim; \_\_\_\_\_ Não

Número de Funcionários exclusivos à chefia \_\_\_\_\_

#### 3. Participação da divisão no Programa CBERS

Percentualmente, quanto da divisão foi envolvido no desenvolvimento dos componentes do programa CBERS? \_\_\_\_\_

Número de Componentes desenvolvidos \_\_\_\_\_

Quais? \_\_\_\_\_

---

#### 4. Impactos Baseados no Conhecimento

Existiu algum conhecimento crítico desenvolvido a partir da participação no Programa CBERS?

\_\_\_\_\_ Sim; \_\_\_\_\_ Não;

Em caso afirmativo, quais conhecimentos?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Existiu alguma patente requerida a partir da participação ou no desenvolvimento de componentes do satélite CBERS? \_\_\_\_\_ Sim; \_\_\_\_\_ Não

Em caso afirmativo, quais Patentes?

---

---

Esse processo chegou ao fim (A patente foi realmente concedida)? \_\_\_\_\_ Sim; \_\_\_\_\_ Não

Foram criados novos cursos, disciplinas ou tópicos especiais relacionados ao programa CBERS no Instituto ou em outra IES ministrados por profissionais deste departamento?

\_\_\_\_\_ Sim ; \_\_\_\_\_ Não

Em caso afirmativo, quais?

---

---

Quantos artigos foram publicados por esta divisão, derivados de assuntos relacionados ao CBERS?

Em congressos nacionais? \_\_\_\_\_

Quais congressos:

---

---

---

Em congressos internacionais? \_\_\_\_\_

Quais congressos

---

---

---

Em revistas nacionais indexadas? \_\_\_\_\_

Quais revistas

---

---

---

Em revistas internacionais indexadas? \_\_\_\_\_

Quais revistas

---

---

---

## 5. Impactos Organizacionais do Programa CBERS

Foram criados novos processos derivados do conhecimento adquirido com a participação no programa CBERS? Sim \_\_\_\_\_ Não \_\_\_\_\_

Em caso afirmativo, quais?

---

---

Foram criadas novas metodologias? Sim \_\_\_\_\_ Não \_\_\_\_\_

Em caso afirmativo, quais?

---

---

O Programa trouxe uma maior interação com demais divisões do INPE?

\_\_\_\_\_ Sim; \_\_\_\_\_ Não

em caso afirmativo, com quais divisões? Em que situações?

---

## 6. Impactos em RH

Foram necessários cursos específicos para o desenvolvimento / produção dos componentes do CBERS?

\_\_\_\_\_ Sim, \_\_\_\_\_ Não

Em caso afirmativo, quais?

---

---

---

Houve uma melhora na titulação dos funcionários da divisão a partir da defesa de dissertações e teses de assuntos relacionados ao CBERS? \_\_\_\_\_ Sim; \_\_\_\_\_ Não

Em caso afirmativo, especificar:

---

---

---

## 7. Interações com atores externos

Houve interação com institutos públicos de pesquisa nacionais? \_\_\_\_\_ Sim; \_\_\_\_\_ Não

Em caso afirmativo, de que forma?

---

---

---

Houve interação com os fornecedores nacionais? \_\_\_\_ Sim; \_\_\_\_ Não

Em caso afirmativo, de que forma?

---

---

---

Houve interação com fornecedores estrangeiros? \_\_\_\_ Sim; \_\_\_\_ Não

Em caso afirmativo, de que forma?

---

---

---

Houve interação com a CAST? \_\_\_\_ Sim; \_\_\_\_ Não

Em caso afirmativo, de que forma?

---

---

---

---

---

## **Anexo 2: Sensoriamento Remoto: Conceitos e Definições**

O sensoriamento remoto é uma técnica que permite obter informações à distância. Esta ou outras definições de sensoriamento remoto descrevem uma relação entre um objeto e um sensor situado à distância, por meio do qual se coleta e se registra dados daquele objeto. As informações são obtidas utilizando-se ondas eletromagnéticas geradas por fontes naturais – luz do sol – ou artificiais, provenientes dos objetos.

Em 1972, surgiu nos Estados Unidos, o primeiro satélite dedicado aos recursos terrestres: o *Earth Resources Satellite* ou ERST -1, seguido pelo ERST -2 e que passaram a formar a série *Landsat*. Em Fevereiro de 1986, a França lançou o seu primeiro satélite de observação da Terra, denominado de *Satellite pour l'Observation de la Terre* (Spot).

Os satélites de sensoriamento remoto ocupam geralmente órbitas polares e são projetados para observação das características da superfície da Terra, como solo, água, vegetação, rochas e combinações destes. São estudadas, por meio de satélites de sensoriamento remoto, as propriedades físicas e químicas da superfície da Terra e os bens ou recursos associados a ela (recursos naturais, agrícolas, hídricos, meio ambiente, etc...) Esses estudos permitem a elaboração de mapas, tabelas, inventário e outras informações sobre a superfície da Terra e servem de subsídio para a tomada de decisão por parte das autoridades nacionais responsáveis por recursos naturais.

Os satélites de sensoriamento, geralmente, descrevem órbitas polares entre altitudes entre 700 e 1.000 km, em contraste com satélites meteorológicos, que podem ficar estáticos (geoestacionários) e situar-se a altitudes de 35.000 Km. Existem também experimentos eventuais de sensoriamento remoto com órbitas baixas (cerca de 300 km), os quais são desenvolvidos por meio de plataformas como o *Skylab* (1973-1975); o *Spacelab* e o *Space Shuttle* (anos 80 e 90) e a *International Space Station* (a partir de 2000). A bordo dos satélites de sensoriamento remoto, existem instalados instrumentos auxiliares, que visam controlar a atitude (composta pela altitude e posicionamento), energia e outras funções do satélite.

Os sensores, parte essencial de um satélite deste tipo, são instrumentos capazes de coletar e registrar a energia eletromagnética proveniente dos objetos e podem ser divididos em dois grandes grupos: ativos e passivos.

Os sensores passivos são aqueles instrumentos que coletam a energia refletida ou emitida pelos objetos. Dependem de uma fonte externa de energia que pode ser proveniente de uma fonte, como por exemplo, a luz do sol (energia refletida). Assim, o objeto pode refletir ou emitir energia eletromagnética, que é passivamente registrada pelo sensor.

Os sensores ativos são aqueles que possuem sua própria fonte de iluminação. Isto é, eles transmitem ondas eletromagnéticas (por exemplo, radar de microondas) e registram o retorno delas. A comparação entre ondas transmitidas e recebidas permite obter informações sobre o objeto (distância, tamanho, forma, etc.)

A maioria dos satélites de sensoriamento remoto utiliza sensores do tipo imageador (não-fotográfico) em oposição aos sensores fotográficos ou câmeras fotográficas. A utilização de imageadores a bordo de satélites, ao invés de câmeras fotográficas, permite um rápido e mais simplificado método de transmissão de dados, que podem ser recebidos por telemetria, por meio de antenas instaladas na superfície da Terra. Os imageadores permitem o registro de dados na forma digital e propiciam a obtenção de dados em regiões do espectro magnético, além da região de sensibilidade dos filmes fotográficos, que não são sensíveis, fora do infravermelho próximo (1 *mícron*). No caso de utilização de câmeras fotográficas, a bordo de satélites, além da limitação do número de cenas obtidas, a repercussão dos dados envolve sistemas mais complexos, como por exemplo, a ejeção de magnésio de filmes através de pára-quadras. Alguns satélites chineses e os satélites de reconhecimento de vida curta utilizam esses métodos.

### Anexo 3. Principais Concorrentes do CBERS

#### Características do *Landsat*

O sensor **TM** do satélite LANDSAT possui sete bandas, com numeração de 1 a 7, sendo que cada banda representa uma faixa do espectro eletromagnético captada pelo satélite.

O satélite LANDSAT apresenta a característica de repetitividade, isto é, observa a mesma área a cada 16 dias. Uma imagem inteira do satélite representa no solo uma área de abrangência de 185 x 185 km. Para o quadrante - um quarto da imagem - a abrangência é de 92 x 92 km.

A resolução geométrica das imagens nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 é de **30 m** (isto é, cada "pixel" da imagem representa uma área no terreno de 0,09 ha). Para a banda 6, a resolução é de **120 m** (cada "pixel" representa 1,4 ha).

Características orbitais do satélite LANDSAT:

**Altitude** = 705 km

**Velocidade** = 7,7 km/seg

**Peso** = 2 ton.

**Tempo** de obtenção de uma cena = 24 seg.

O mapeamento temático a partir de cada uma dessas bandas depende ainda das características da área em estudo (região plana ou acidentada); época do ano (inverno ou verão); ou de variações regionais (Nordeste, Sudeste, Sul, Amazônia, Pantanal). Os trabalhos de interpretação das imagens tornam-se mais fáceis quando o *fotointérprete* tem conhecimento de campo

Banda	Intervalo espectral ( $\mu\text{m}$ )	Principais características e aplicações das bandas <i>TM</i> do satélite LANDSAT-5
1	(0,45 - 0,52)	Apresenta grande penetração em corpos de água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade a plumas de fumaça oriundas de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2	(0,52 - 0,60)	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.
3	(0,63 - 0,69)	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.
4	(0,76 - 0,90)	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com <i>pinus</i> e <i>eucalipto</i> . Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	(1,55 - 1,75)	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
6	(10,4 - 12,5)	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
7	(2,08 - 2,35)	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal

## O programa SPOT

O programa SPOT foi planejado e projetado como um sistema operacional e comercial. Estabelecido pelo governo francês em 1978, com a participação da Suécia e Bélgica, o programa é gerenciado pelo Centro Nacional de Estudos Espaciais - CNES, que é o responsável pelo desenvolvimento do programa e operação dos satélites. Já foram lançados os SPOT 1, 2 e 3. Planos estão sendo feitos para o lançamento dos SPOT 4 e 5, para assegurar a continuidade dos serviços.

A estrutura adotada para o gerenciamento do programa SPOT distingue claramente as funções do gerenciamento técnico do sistema, executadas pelo CNES, da responsabilidade, delegada à **SPOT IMAGE**, uma empresa comercial, no tocante ao relacionamento com a comunidade de usuários e na distribuição de dados. Essa estrutura deve assegurar o eficiente gerenciamento das capacidades de aquisição de imagens pelo satélite e transmissão de dados à estações receptoras.

### As características

#### *Faixa de varredura*

Dois sensores idênticos (HRV - High Resolution Visible) estão a bordo do satélite e podem ser ativados independentemente. Cada instrumento tem uma faixa de varredura de 60 km. Quando os dois instrumentos operam em zonas adjacentes, a área total coberta é de 117 km.

#### *Modos de imageamento*

O SPOT opera em 2 modos: Multiespectral e Pancromático. No modo multiespectral as observações são feitas em três bandas espectrais, com resolução de 20 metros.

**Banda verde:** de 0,50  $\mu\text{m}$  a 0,59  $\mu\text{m}$

**Banda vermelha:** de 0,61  $\mu\text{m}$  a 0,68  $\mu\text{m}$

**Banda infra-vermelho próximo:** de 0,79  $\mu\text{m}$  a 0,89  $\mu\text{m}$

No modo pancromático, as observações são feitas por uma única banda, de 0,51  $\mu\text{m}$  a 0,73  $\mu\text{m}$ , com uma resolução de 10 metros.

#### *Órbita*

Circular a 832 km

Inclinação: 98,7 graus

Nó descendente: às 10:39 h

Ciclo orbital: 26 dias

#### *Sensores*

Dois instrumentos (HRV) idênticos

Capacidade de apontamento: 27 graus (leste ou oeste), fora do plano orbital.

Varredura: 60 km cada instrumento, com observação vertical.

#### *Tamanho do pixel (resolução)*

10 metros no modo Pancromático

20 metros no modo Multiespectral

#### *Canais (bandas) espectrais*

Pancromático: 0,51 a 0,73  $\mu\text{m}$

Multiespectral: 0,50 a 0,59  $\mu\text{m}$

0,61 a 0,68  $\mu\text{m}$

0,79 a 0,89  $\mu\text{m}$

#### *Produtos SPOT*

Dados Pancromáticos (1 banda, 10 metros) ou dados Multiespectrais (3 bandas, 20 metros de resolução), em filme em diversas escalas (1:400.000 a 1:50.000) ou CCT's (digital)

Quatro níveis de processamento:

**1A** - Sem correção geométrica, com equalização da resposta dos detetores

**1B** - Com correções radiométrica e geométrica

**2** - Com correção radiométrica mais correção geométrica de precisão (para mapear a imagem em uma certa projeção cartográfica)

**S** - Com registro a uma cena de referência

#### *O catálogo do sistema*

O catálogo da SPOT IMAGE é o sistema central de informações relacionando todos os dados não processados e os produtos armazenados nos arquivos. Informações sobre dados não processados são recebidas de diferentes estações

receptoras SPOT, enquanto as informações relacionadas com os produtos SPOT são recebidas de centros de processamento.

*Aquisição de dados*

Essa é uma característica inovadora do sistema SPOT. Quando uma imagem não estiver disponível nos arquivos ou quando um usuário do SPOT quiser obter dados específicos, em época específica, ele poderá solicitar essa programação diretamente à SPOT IMAGE ou ao seu distribuidor local.

## **Anexo 4: Atos em Vigor Assinados pelo Brasil com a República Popular da China**

### **Denominações dos Atos Internacionais e Acordos:**

É variada a denominação dada aos atos internacionais, tema que sofreu considerável evolução através dos tempos. Embora a denominação escolhida não influencie o caráter do instrumento, ditada pelo arbítrio das partes, pode-se estabelecer certa diferenciação na prática diplomática, decorrente do conteúdo do ato e não de sua forma. As denominações mais comuns são tratado, acordo, convenção, protocolo e memorando de entendimento. Nesse sentido, pode-se dizer que, qualquer que seja a sua denominação, o ato internacional deve ser formal, com teor definido, por escrito, regido pelo Direito Internacional e que as partes contratantes são necessariamente pessoas jurídicas de Direito Internacional Público.

### **TRATADO**

A expressão: “Tratado” foi escolhida pela Convenção de Viena sobre o Direito dos Tratados de 1969, como termo para designar, genericamente, um acordo internacional. Denomina-se tratado o ato bilateral ou multilateral ao qual se deseja atribuir especial relevância política. Nessa categoria se destacam, por exemplo, os tratados de paz e amizade, o Tratado da Bacia do Prata, o Tratado de Cooperação Amazônica, o Tratado de Assunção, que criou o Mercosul, o Tratado de Proibição Completa dos Testes Nucleares.

### **CONVENÇÃO**

Num nível similar de formalidade, costuma ser empregado o termo Convenção para designar atos multilaterais, oriundos de conferências internacionais e que versem assunto de interesse geral, como por exemplo, as convenções de Viena sobre relações diplomáticas, relações consulares e direito dos tratados; as convenções sobre aviação civil, sobre segurança no mar, sobre questões trabalhistas. É um tipo de instrumento internacional destinado em geral a estabelecer normas para o comportamento dos Estados em uma gama cada vez mais ampla de setores. No entanto, existem algumas, poucas é verdade, Convenções bilaterais, como a Convenção destinada a evitar a dupla

tributação e prevenir a evasão fiscal celebrada com a Argentina (1980) e a Convenção sobre Assistência Judiciária Gratuita celebrada com a Bélgica (1955).

## **ACORDO**

O Brasil tem feito amplo uso desse termo em suas negociações bilaterais de natureza política, econômica, comercial, cultural, científica e técnica. Acordo é expressão de uso livre e de alta incidência na prática internacional, embora alguns juristas entendam por acordo os atos internacionais com reduzido número de participantes e importância relativa. No entanto, um dos mais notórios e importantes tratados multilaterais foi assim denominado: Acordo Geral de Tarifas e Comércio (GATT).

O acordo toma o nome de Ajuste ou Acordo Complementar quando o ato dá execução a outro, anterior, devidamente concluído. Em geral, são colocados ao abrigo de um acordo-quadro ou acordo-básico, dedicados a grandes áreas de cooperação (comércio e finanças, cooperação técnica, científica e tecnológica, cooperação cultural e educacional). Esses acordos criam o arcabouço institucional que orientará a execução da cooperação.

Acordos podem ser firmados, ainda, entre um país e uma organização internacional, a exemplo dos acordos operacionais para a execução de programas de cooperação e os acordos de sede.

## **AJUSTE OU ACORDO COMPLEMENTAR**

É o ato que dá execução a outro, anterior, devidamente concluído e em vigor, ou que detalha áreas de entendimento específicas, abrangidas por aquele ato. Por este motivo, são usualmente colocados ao abrigo de um acordo-quadro ou acordo-básico.

## **PROTOCOLO**

Protocolo é um termo que tem sido usado nas mais diversas acepções, tanto para acordos bilaterais quanto para multilaterais. Aparece designando acordos menos formais que os tratados, ou acordos complementares ou interpretativos de tratados ou convenções anteriores. É utilizado ainda para designar a ata final de uma conferência internacional. Tem sido usado, na prática

diplomática brasileira, muitas vezes sob a forma de "protocolo de intenções", para sinalizar um início de compromisso.

## **MEMORANDO DE ENTENDIMENTO**

Designação comum para atos redigidos de forma simplificada, destinados a registrar princípios gerais que orientarão as relações entre as Partes, seja nos planos político, econômico, cultural ou em outros. O memorando de entendimento é semelhante ao acordo, com exceção do articulado, que deve ser substituído por parágrafos numerados com algarismos arábicos. Seu fecho é simplificado. Na medida em que não crie compromissos gravosos para a União, pode normalmente entrar em vigor na data da assinatura.

## **CONVÊNIO**

O termo convênio, embora de uso freqüente e tradicional, padece do inconveniente do uso que dele faz o direito interno. Seu uso está relacionado a matérias sobre cooperação multilateral de natureza econômica, comercial, cultural, jurídica, científica e técnica, como o Convênio Internacional do Café; o Convênio de Integração Cinematográfica Ibero-Americana; o Convênio Interamericano sobre Permissão Internacional de Radioamador. Também se denominam "convênios" acordos bilaterais, como o Convênio de Cooperação Educativa, celebrado com a Argentina (1997); o Convênio para a Preservação, Conservação e Fiscalização de Recursos Naturais nas Áreas de Fronteira, celebrado com a Bolívia (1980); o Convênio Complementar de Cooperação Econômica no Campo do Carvão, celebrado com a França (1981).

## **ACORDO POR TROCA DE NOTAS**

Emprega-se a troca de notas diplomáticas, em princípio, para assuntos de natureza administrativa, bem como para alterar ou interpretar cláusulas de atos já concluídos. Não obstante, o escopo desses acordos vem sendo ampliado. Seu conteúdo estará sujeito à aprovação do Congresso Nacional sempre que incorrer nos casos previstos pelo Artigo 49, inciso I, da Constituição. Quanto à forma, as notas podem ser: a) idênticas (com pequenos ajustes de redação), com o

mesmo teor e data; b) uma primeira nota, de proposta, e outra, de resposta e aceitação, que pode ter a mesma data ou data posterior.

Fonte: Divisão de Atos Internacionais (DAI/ Ministério das Relações Exteriores)

### Acordos entre Brasil e China

Título	Data de Celebração	Entrada em Vigor	Promulgação	
			Decreto n°	Data
Convenção de Arbitramento	03/08/1909	14/12/1911	9388	28/02/1912
Tratado de Amizade	20/08/1943	09/05/1945	18380	16/04/1945
Convênio Cultural.	27/03/1946	21/12/1953	35022	10/02/1954
Acordo de Comércio	28/12/1962	20/03/1964	53971	19/06/1964
Comunicado Conjunto sobre o Estabelecimento de Relações Diplomáticas	15/08/1974	15/08/1974		
Acordo sobre Instalação e Funcionamento das Embaixadas do Brasil em Pequim e da China em Brasília.	28/11/1974	28/11/1974		
Acordo Comercial.	07/01/1978	22/11/1978	83282	13/03/1979
Convênio sobre Transportes Marítimos	22/05/1979	30/10/1980	85314	03/11/1980
Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica	25/03/1982	30/03/1984	638	24/08/1992
Protocolo entre o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Comissão Estatal de Ciência e Tecnologia no Campo da Cooperação Científica e Tecnológica	29/05/1984	29/05/1984		
Ajuste Complementar ao Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica	29/05/1984	29/05/1984		
Memorando de Entendimento sobre Cooperação nos Usos Pacíficos da Energia Nuclear.	29/05/1984	29/05/1984		
Ajuste Complementar entre o CNPq e a Academia de Ciências da China nos Campos das Ciências Puras e Aplicadas.	29/05/1984	29/05/1984		
Protocolo Adicional ao Acordo de Comércio	29/05/1984	29/05/1984		

Acordo para Criação de Consulados em São Paulo e em Xangai	15/08/1984	15/08/1984		
Acordo para a Cooperação nos Usos Pacíficos da Energia Nuclear.	11/10/1984	21/12/1987	95645	14/01/1988
Memorando sobre Cooperação em Matéria Siderúrgica	13/11/1984	13/11/1984		
Acordo, por Troca de Notas, para Criação de Adidâncias das Forças Armadas	07/12/1984	07/12/1984		
Memorando de Entendimento Relativo à Consultas sobre Assuntos de Interesse Comum.	01/11/1985	01/11/1985		
Protocolo de Cooperação em Matéria de Siderurgia	01/11/1985	01/11/1985		
Protocolo de Cooperação em Matéria de Geociências	01/11/1985	01/11/1985		
Acordo de Cooperação Cultural e Educacional.	01/11/1985	08/03/1988	95944	21/04/1988
Acordo, por troca de Notas, sobre Pesquisa e Produção Conjunta do Satélite Sino-Brasileiro de Sensoriamento Remoto.	30/04/1988	30/04/1988		
Memorando de Entendimento para a Cooperação no Campo da Assistência Social entre a Fundação Legião Brasileira de Assistência e a China Association For Sos Children Village	05/07/1988	05/07/1988		
Ajuste Complementar ao Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica sobre Cooperação no Campo da Pesquisa Científica e do Desenvolvimento Tecnológico no Setor de Transportes	06/07/1988	06/07/1988		
Acordo, por Troca de Notas, sobre Aumento de Lotação de Repartições Consulares	06/07/1988	06/07/1988		
Acordo, por Troca de Notas, sobre Vistos de Multiplas Entradas em Passaportes Diplomáticos e de Serviço.	06/07/1988	06/07/1988		
Protocolo de Cooperação na Área de Tecnologia Industrial.	06/07/1988	29/12/1989	99089	09/03/1990
Ajuste Complementar ao Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica em Matéria de Energia Elétrica, incluindo a Energia Hidrelétrica.	06/07/1988	06/07/1988		

Protocolo sobre Aprovação de Pesquisa e Produção de Satélite de Recursos da Terra	06/07/1988	06/07/1988		
Acordo de Cooperação para o Satélite Recursos Terrestres China-Brasil entre a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial e o Instituto de Pesquisas Espaciais do Brasil	22/08/1988	22/08/1988		
Acordo de Cooperação Econômica e Tecnológica	18/05/1990	05/03/1992	614	23/07/1992
Memorando de Entendimento sobre Minério de Ferro.	18/05/1990	18/05/1990		
Acordo, por Troca de Notas, sobre a Instalação Mútua de Consulados-Gerais.	05/08/1991	05/08/1991		
Acordo Destinado a Evitar a Dupla Tributação e Prevenir a Evasão Fiscal em Matéria de Impostos sobre a Renda.	05/08/1991	06/01/1993	762	19/02/1993
Memorando de Entendimento sobre Intercâmbio e Cooperação em Educação	25/02/1993	25/02/1993		
Ajuste Complementar ao Acordo de Cooperação Econômica e Tecnológica	05/03/1993	05/03/1993		
Protocolo Suplementar sobre Aprovação de Pesquisa e Produção de Satélite de Recursos da Terra	05/03/1993	05/03/1993		
Protocolo sobre Pontos Principais para o Desenvolvimento Adicional dos Satélites Sino-Brasileiros de Recursos da Terra entre o Ministério da Ciência e Tecnologia, do Brasil e a Administração Nacional de Espaço da China.	15/09/1993	15/09/1993		
Protocolo sobre Desenvolvimento Adicionais aos Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres e Assuntos Correlatos.	09/11/1993	09/11/1993		
Protocolo de Intenções sobre o Incremento do Comércio Bilateral de Minério de Ferro e a Promoção da Exploração Conjunta de Reservas de Minério de Ferro	23/11/1993	23/11/1993		

Protocolo entre o Ministério da Ciência e Tecnologia da Rep. Fed. do Brasil e a Administração Nacional de Espaço da China, da Rep. Pop. da China (CNSA), sobre Cooperação em Aplicações Pacíficas de Ciência e Tecnologia do Espaço Exterior.	23/11/1993	23/11/1993		
Prot. de Coop. no Âmbito do Ensino Superior entre a Fun. Coord. de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES do MEC e o Dep. de As. Ext. DAE da Comissão Estatal de Educação CEE da China, Complementar ao Acordo de Coop. Cult. e Educ. de 01/11/85.	19/01/1994	19/01/1994		
Ajuste no Setor de Novos Materiais, Complementar ao Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica, de 25 de março de 1982.	04/04/1994	04/04/1994		
Ajuste no Setor de Medicina Tradicional Chinesa e Fitofármacos Complementar ao Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica de 25 de março de 1982.	04/04/1994	04/04/1994		
Ajuste no Setor de Biotecnologia Aplicada a Agricultura Complementar ao Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica de 25 de março de 1982.	04/04/1994	04/04/1994		
Acordo sobre Serviços Aéreos.	11/07/1994	27/11/1997	2499	16/02/1998
Memorando de Entendimento entre o Minist. das Minas e Energia da Rep. Fed. do Brasil e a Minist. da Energia Elétrica da Rep. Popular da China, sobre Cooperação Tecnológica em Combustão de Carvão Mineral em Leito Fluidizado.	05/09/1994	05/09/1994		
Memorando de Entendimento entre o Ministério de Minas e Energia da República Federativa do Brasil e o Ministério dos Recursos Hídricos da República Popular da China sobre Cooperação Econômica, Científica e Tecnológica.	05/09/1994	05/09/1994		

Protocolo de Intenções para a Cooperação entre o Ministério das Minas e Energia da República Federativa do Brasil e o Ministério da Indústria Química da República Popular da China	06/09/1994	06/09/1994		
Acordo-Quadro sobre Cooperação em Aplicações Pacíficas de Ciência e Tecnologia do Espaço Exterior	08/11/1994	29/06/1998	2998	30/07/1998
Memorando de Entendimento sobre Cooperação nas Áreas de Rádio e Televisão.	13/12/1995	13/12/1995		
Protocolo de Entendimento entre o Minist. de Minas e Energia da Rep. Fed. do Brasil e o Minist. dos Rec. Hídricos da Rep. Popular da China sobre Coop. Econômica Científica e Tecnológica em Pequenas Centrais Hidrelétricas	13/12/1995	13/12/1995		
Ajuste Complementar ao Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica e ao Acordo de Cooperação Econômica e Tecnológica na Área de Intercâmbio de Especialistas para Cooperação Técnica	13/12/1995	13/12/1995		
Ata de Entendimento sobre o Fortalecimento e a Expansão da Cooperação Tecnológica Espacial Brasil-China	13/12/1995	13/12/1995		
Acordo de Quarentena Vegetal	13/12/1995	03/07/1997	2332	01/10/1997
Acordo sobre Segurança Técnica Relacionada ao Desenvolvimento Conjunto dos Satélites e Recursos Terrestres.	13/12/1995	29/06/1998	2695	29/07/1998
Acordo sobre Cooperação em Matéria de Quarentena e Saúde Animal.	08/02/1996	03/03/1998	2535	06/04/1998
Acordo sobre a Manutenção do Consulado-Geral na Região Administrativa Especial de Hong Kong da República Popular da China	08/11/1996	08/11/1996		
Ajuste Complementar ao Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica nas Áreas da Metrologia e da Qualidade Industrial	29/10/1997	29/10/1997		

Ajuste Complementar ao Acordo de Cooperação Científica e Tecnológica nas Áreas da Metrologia e da Qualidade Industrial	29/10/1997	29/10/1997		
Ajuste Complementar ao Acordo de Cooperação Econômica e Tecnológica para assegurar a Qualidade de Produtos Importados e Exportados	01/12/1998	01/12/1998		
Ajuste Complementar ao Acordo de Cooperação Econômica e Tecnológica	01/12/1998	01/12/1998		
Acordo, por troca de Notas, sobre a Extensão de Jurisdição do Consulado-Geral do Brasil em Hong Kong à Região Administrativa Especial de Macau.	15/12/1999	15/12/1999		
Acordo, por troca de Notas, sobre a Concessão de Vistos de Múltiplas Entradas, pelo período da missão, aos brasileiros e chineses portadores de passaportes diplomáticos e oficiais	17/08/2000	17/08/2000		
Protocolo de Cooperação em Tecnologia Espacial	21/09/2000	21/09/2000		
Programa Executivo Cultural do Acordo de Cooperação Cultural e Educacional para os anos de 2001 a 2004	12/11/2001	12/11/2002		
Memorando de Entendimento sobre Cooperação Industrial entre o MDIC do Brasil e a SDPC da China.	02/12/2002	02/12/2002		