1. Publicação nº	2. Versão	3. Data	5. Distribuição
INPE-3943-RPE/512		*Junho, 1986*	☐ Interna ☒ Externa ☐ Restrita
4. Origem *GDT*	Programa *COM 4 (RPE)*		

6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es)
EFEITOS ECONÔMICOS, INDÚSTRIA ESPACIAL, PROGRAMA ESPACIAL, AGÊNCIA ESPACIAL E COMERCIALIZAÇÃO DO ESPAÇO.

7. C.D.U.: *6:338.45:629.78*

8. Título *INPE-3943-RPE/512*

PROGRAMAS ESPACIAIS

E POLÍTICA TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL

10. Páginas: *114*

11. Última página: *105*

12. Revisada por

Paulo Tromboni S. Nascimento

9. Autoria *José Adelino de Souza Medeiros*
Marco Antônio Banzato
Paulo Tromboni de Souza Nascimento
Sérgio Alves Perilo

13. Autorizada por

Dr. Marco Antônio Raupp

Assinatura responsável

14. Resumo/Notas

Este trabalho reúne e sistematiza a bibliografia disponível sobre os programas espaciais e descreve o papel deles como instrumentos de política tecnológica e industrial. Inicialmente examina-se o desenvolvimento de uma capacidade industrial espacial em alguns países desenvolvidos, enfatizando a importância dos programas e agências espaciais e buscando identificar aspectos relevantes neste processo. Em seguida, discutem-se a natureza dos principais efeitos econômicos que surgiram da participação de segmentos industriais no desenvolvimento de programas espaciais desses países e as características de alguns mecanismos de difusão de tais efeitos dentro e entre as firmas. Discutem-se também o crescente papel das forças econômicas nas atividades espaciais e as perspectivas comerciais para o setor. Ao final apresentam-se algumas conclusões e levantam-se algumas questões fundamentais a serem analisadas pelo programa espacial brasileiro.

15. Observações

ABSTRACT

This paper collects and systematizes the available bibliography about space programs and describes their role as technological and industrial policy tools. Initially the development of a space industry capacity in some developed countries is studied, emphasizing the importance of space programs and space agencies, in order to identify the most relevant characteristics of this process. After this, the nature of the main economic effects that began with the participation of industrial segments in the development of space programs in these countries is discussed. The features of some diffusion mechanisms of these effects inside and between firms are also considered, as well as the increasing role of the economic forces in the space activities and the commercial possibilities of the sector. At the end, some conclusions are reached and some fundamental questions, to be studied by the Brazilian space program until the end of the century, are raised.

$\therefore$

SUMÁRIO

Pág.

LISTA DE FIGURAS v
LISTA DE TABELAS vii

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO 1

CAPÍTULO 2 - CAPACIDADE INDUSTRIAL ESPACIAL 3

CAPÍTULO 3 - PROGRAMAS ESPACIAIS COMO POLÍTICA DE INOVAÇÃO INDUSTRIAL 21

CAPÍTULO 4 - AS AGÊNCIAS ESPACIAIS 27

CAPÍTULO 5 - BENEFÍCIOS ECONÔMICOS INDIRETOS DE PROGRAMAS ESPACIAIS 41
5.1 - Benefícios atribuídos aos programas da NASA 42
5.2 - Benefícios atribuídos aos programas da ESA 44
5.3 - Benefícios tecnológicos 51
5.4 - Benefícios Comerciais 54
5.5 - Benefícios para organização e métodos 55
5.6 - Benefícios para mão-de-obra 58

CAPÍTULO 6 - PROGRAMAS ESPACIAIS E FORÇAS ECONÔMICAS 61
6.1 - Telecomunicações 64
6.2 - Sensoriamento remoto 70
6.3 - Sistemas de Transporte 74
6.4 - Processamento de materiais no espaço 78
6.5 - Perspectivas de investimento privado no espaço 83

CAPÍTULO 7 - SUMÁRIO DAS PRINCIPAIS IDÉIAS 95
7.1 - Concluões 95
7.2 - Comentários finais 97

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 101

LISTA DE FIGURAS

Pág.

2.1 - Distribuição típica de responsabilidades na execução de programas espaciais 8

5.1 - Evolução anual dos gastos da ESA com contratos e dos benefícios totais 45

5.2 - Distribuição dos benefícios gerados pelos contratos da ESA 46

5.3 - Número de técnicas de gerenciamento desenvolvidas pelos programas da NASA 56

5.4 - Força de trabalho empregada nos programas da NASA 60

6.1 - Receitas e gastos acumulados da INTELSAT 66

6.2 - Evolução dos custos da tecnologia INTELSAT 67

LISTA DE TABELAS

Pág.

2.1 - Participação dos 48 acionistas do consórcio ARIANESPACE .. 6

2.2 - Principais contratos da NASA entre 1975 e 1979 9

2.3 - Principais contratos da ESA entre 1972 e 1979 10

2.4 - Participação das maiores empresas em relação ao valor total dos contratos 11

2.5 - Volume de negócios da indústria espacial francesa 13

2.6 - Principais sistemas ligados às atividades espaciais produzidos pelas maiores subcontratadas da ESA no período 1972-1979 14

2.7 - Principais sistemas ligados às atividades espaciais produzidos pelas maiores subcontratadas da NASA no período 1975 - 1979 15

2.8 - Empresas produtoras de estações terrenas completas nos EUA. 16

2.9 - Especialização das principais firmas japonesas (contratadas principais) 18

2.10- Capacidade Européia de Gerenciamento e integração de satélites 19

3.1 - Descrição das responsabilidades industriais no desenvolvimento de programas espaciais 24

3.2 - Experiência em projetos de satélites de telecomunicações . 25

4.1 - Agências federais dos EUA atuantes no esforço espacial ... 29

5.1 - Benefícios do projeto METEOSAT 47

5.2 - Distribuição dos benefícios da ESA por ramo de atividade . 49

5.3 - Distribuição dos benefícios da ESA por categoria contratada 50

5.4 - Exemplos de transferência de tecnologia espacial para outros setores de atividade 53

5.5 - Principais técnicas de gerenciamento aeroespaciais 57

6.1 - Atividades relacionadas ao espaço, conduzidas pela indústria em parceria com a NASA 81

6.2 - Barreiras ao investimento no espaço 84

6.3 - Estado das principais utilizações civis do espaço (1982) . 88

6.4 - Potencial para investimento privado antes do ano 2000 90

6.5 - Potencial para investimento privado no período 2000-2020 . 91

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte do projeto "Atividades Espaciais e Política Tecnológico-Industrial no Brasil" aprovado pelo Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico-PADCT. Ele reune e sistematiza a bibliografia disponível sobre os programas espaciais e descreve o papel destes como política tecnológica e industrial. Este relatório considera os programas espaciais como dependentes de uma política tecnológico-espacial mais ampla e extrai algumas idéias gerais do contexto internacional do setor. Naturalmente, este exame da realidade internacional não deve obscurecer o reconhecimento de peculiaridades brasileiras e nem levar à adoção de modelos calcados em outras realidades. Ainda assim, como ficará claro ao longo do texto, algumas observações de natureza geral poderão ser úteis para a análise da situação brasileira.

O projeto se compõe ainda de três outros relatórios parciais que se seguirão a este. O primeiro procura levantar o estágio de desenvolvimento dos setores de ponta da indústria nacional, fazendo algumas inferências sobre as possibilidades de seu envolvimento em um programa espacial. O segundo levanta a estrutura de financiamento do setor espacial, descreve a sua organização institucional e apresenta as relações entre o programa espacial e o SNDCT. Finalmente, o terceiro identifica os órgãos envolvidos no desenvolvimento e na difusão das aplicações espaciais e analisa a sua atuação.

Este trabalho é decorrência de estudos e pesquisas que o INPE achou oportuno incentivar, pois relatos como os aqui apresentados podem dar subsídios de interesse à política espacial do Brasil. Outros estudos ainda se encontram em desenvolvimento no INPE, motivados pela necessidade de compreender o processo de inovação tecnológica no setor espacial e visando subsidiar a formulação e implementação da política tecnológico-industrial do Instituto.

O texto se divide em 7 capítulos, sendo o primeito esta Introdução. O Capítulo 2, Capacidade Industrial Espacial, descreve as características das atividades industriais no setor. O Capítulo 3, Programas Espaciais como Política de Inovação Industrial, mostra como os programas de desenvolvimento de sistemas espaciais podem atuar sobre a indústria de ponta, promovendo o desenvolvimento de uma capacidade industrial espacial e cumprindo um papel mais abrangente que a absorção e o desenvolvimento de tecnologia. No quarto capítulo mostra-se o papel das agências espaciais na formulação, aprovação e execução dos programas espaciais e na promoção das atividades espaciais em geral. O Capítulo 5, Benefícios Econômicos Indiretos dos Programas Espaciais, busca esclarecer como a realização dos programas, através da contratação de empresas, permite uma ampliação da competência técnica e gerencial que se difunde por toda a organização e entre as firmas. O Capítulo 6, Programas Espaciais e Forças Econômicas, aborda o papel crescente destas forças para as atividades espaciais e as perspectivas comerciais no setor. Finalmente, o último capítulo sintetiza as principais idéias do trabalho e levanta algumas questões fundamentais que deverão se tornar importantes no desenrolar do programa espacial brasileiro até o final do século.

Contudo, deve-se salientar que a experiência soviética não será considerada ao longo deste trabalho. Embora se saiba que os maiores gastos com o espaço estão nos EUA e na URSS, seguidos de longe pela Europa e pelo Japão (Dondi, 1984, p.98), não serão feitas considerações sobre a experiência soviética pela dificuldade de acesso aos dados relativos aos programas espaciais da URSS.

CAPÍTULO 2

CAPACIDADE INDUSTRIAL ESPACIAL

A Capacidade Industrial Espacial de um país sustenta-se em sua indústria de ponta. Logo, o estágio de desenvolvimento dessa indústria determina a complexidade dos sistemas que podem ser obtidos dentro de um prazo determinado.

Para um melhor entendimento da formação de uma Capacidade Industrial Espacial-CIE, torna-se necessário explicitar qual seria a capacitação do "setor" espacial e sua vinculação com outros setores de ponta da economia.

As atividades industriais relacionadas com o espaço visam fornecer uma ampla gama de sistemas espaciais, equipamentos e componentes. A abrangência deste extenso leque de itens torna-se clara quando se procura definir o que seria a indústria aeroespacial. A Aviation Week and Space Technology-AWST (1984) agrupa no setor aeroespacial as empresas produtoras de sistemas espaciais com as empresas produtoras de aeronaves civis e militares, mísseis e sistemas de propulsão para aviões de foguetes. Para ela, portanto, ficam de fora os equipamentos de recepção e transmissão de sinais para os sistemas espaciais. Na classificação da AWST, os sistemas espaciais são veículos lançadores, "spacecraft" (que inclui naves tripuladas, satélites e sondas interplanetárias) e foguetes de sondagem.

Discorrendo sobre os bens e serviços diretamente utilizados pelo setor espacial especificamente, Dondi (1980, p.34) sugere que: "a indústria espacial pode ser definida como o potencial e a capacidade específicos, relacionados com as atividades espaciais, das firmas ativas em:

- sistemas de propulsão por foguete (mísseis, foguetes, sistemas de transporte espacial e componentes associados);

- "space hardware" (plataformas e cargas úteis, equipamento e componentes de bordo);

- estações de rastreio e telemetria, estações de controle, estações de recepção de dados (telecomunicações, meteorologia, observação da Terra etc.), equipamentos de testes ambientais etc.;

- serviços de suporte às atividades espaciais, tais como manutenção e operação de infra-estrutura de terra e assistência técnica de vários tipos".

É necessário ainda distinguir os sistemas espaciais de acordo com as missões a que se destinam, o que pode implicar características totalmente distintas. Assim um satélite de sensoriamento remoto é muito diferente de um satélite de comunicações ou uma sonda interplanetária para experiências científicas. O mesmo se passa com os lançadores, embora neste caso seja possível uma maior padronização.

Do ponto de vista técnico, os sistemas espaciais são extremamente complexos e submetidos a condições de performance muito rigorosas, tando no lançamento como no espaço. Além disto, devem operar sem manutenção e consequentemente, como se trata de sistemas de custo elevado, devem possuir uma vida útil longa com alta confiabilidade. Esta complexidade técnica e os requisitos extremos de confiabilidade dos sistemas espaciais fazem com que a sua construção - chamada integração no setor aeroespacial - seja um processo sofisticado, realizado sob encomenda, onde são exigidas instalações especiais de alto custo. A integração, além de montar o sistema, deve realizar ajustes e procedimentos levando em conta as características do projeto: técnicas, elétricas, eletromagnéticas etc. Na integração o controle de procedimentos, materiais e componentes é de grande rigor, sendo necessário documentar cada detalhe ou imprevisto do processo visando, por exemplo , substituir todos os componentes de um mesmo lote em caso de falha de apenas um deles.

Ainda do ponto de vista técnico é preciso destacar que o desenvolvimento, o projeto e a integração de um sistema espacial exige um grande número de equipes altamente especializadas. Também é grande o número de instituições e fornecedores de bens e serviços envolvidos em cada programa.

Como consequência das características apontadas anteriormente, a gestão de um sistema espacial torna-se também um problema complexo. Documentação extremamente numerosa e rigorosa; altos custos e não-disponibilidade em prateleira de materiais, componentes e equipamentos; longos prazos de realização dos programas; numerosas empresas e instituições que devem operar de forma coordenada; e complexidade nos arrranjos financeiros são alguns dos problemas envolvidos na gestão, desde a concepção até a entrega em condições operacionais, do sistema espacial. O lançador europeu Ariane, por exemplo, exige cinquenta e quatro meses para a sua produção, custa da ordem de quarenta milhões de dólares e envolve quarenta e oito organizações em onze diferentes países, em torno do consórcio ARIANESPACE, organizado para sua produção e comercialização, como mostra a Tabela 2.1

A complexidade técnica e gerencial envolvida na produção de sistemas espaciais implica que a CIE se distribua entre vários setores da indústria de ponta de um país, e se concentre em grandes grupos empresariais.

Como consequência da complexidade dos sistemas a serem produzidos, a indústria aeroespacial é altamente intensiva em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Heiss (1980, p.207) afirma que "a indústria aeroespacial nos EUA é, de longe, a indústria mais intensiva em P&D e tecnologia da economia americana (24% das vendas)" e que "entre as indústrias de alta tecnologia [intensivas em P&D] (...) a atividade de P&D na indústria aeroespacial é mais intensa por um fator de três a cinco".

TABELA 2.1

PARTICIPAÇÃO DOS 48 ACIONISTAS DO CONSÓRCIO ARIANESPACE

PAÍSES	%	PAÍSES	%
FRANÇA	59,35	SUIÇA	2,70
CNES	34,20	Contraves	2,15
Aerospatiale	8,50	C.I.R.	2,15
SEP	8,50	F und W	0,10
MATRA	3,60	Union des Banques Suisses	0,30
Air Liquide	1,85		
Comsip-Entreprise	0,10	ESPANHA	2,50
Crouzet	0,10		
Deutsch	0,10	CASA	1,90
Intertechnique	0,10	Sener	0,60
Sfena	0,10		
Sfim	0,10	REINO UNIDO	2,40
Sodeteg	0,10		
Crédit Lyonnais	0,50	Britsh Aerospace	0,95
BNP	0,50	Ferranti	0,95
Société Générale	0,40	Avica	0,30
Parisbas	0,40	Midland Bank Ltd.	0,20
Banque Vernes	0,20		
SAFT	0,10	Suécia	2,40
ALEMANHA OCIDENTAL	19,60		
		Volvo	1,60
MAN	7,90	SAAB-Scania	0,80
ERNO	5,50		
Dornier	2,80	HOLANDA	2,20
MBB	2,80		
Dresdner Bank	0,30	Fokker	1,90
Bayerische V. Bank	0,30	Allgemeine Bank Nederland	0,30
BÉLGICA	4,40	DINAMARCA	0,70
SABCA	2,60	Rovsing	0,50
ETCA-ACEC	1,10	Copenhagen Handelsbank	0,20
F.N.	0,70		
		IRLANDA	0,25
ITÁLIA	3,40		
		Adtec	0,15
ISNIA-Viscosa	1,60	Aer-Lingus	0,10
Aeritália	0,90		
Selenia	0,90		

FONTE: Dondi (1981a), p.68

Em geral, os contratos para a realização de sistemas espaciais são entregues a uma contratante principal a quem se atribui a responsabilidade global pelo sistema, e esta por sua vez repassa subsistemas, equipamentos, componentes e materiais para terceiros. A Figura 2.1 ilustra esta estrutura de trabalho.

O fato de trabalhar com uma contratada principal torna a atividade industrial espacial extremamente concentrada em alguns grupos industriais de grande porte, os quais atuam em áreas bastante diversificadas. Lembrando que os programas da National Aeronautics and Space Administration (NASA) e da European Space Agency (ESA) representam a maior parte do esforço espacial ocidental, pode-se constatar nas Tabelas 2.2 e 2.3 a concentração das atividades nas maiores contratadas. A Tabela 2.4 resume as duas tabelas anteriores. É interessante notar que entre as cinco maiores contratadas da ESA estão três das maiores firmas francesas do setor.

CLIENTE - Define o caráter do programa (experimental ou comercial) e a sua finalidade (científica, de telecomunicações, de meteorologia etc).

CONTRATADA PRINCIPAL - Encarrega-se, em geral, da gestão do conjunto de projetos, da integração do sistema completo e do controle da qualidade. Pode ainda se responsabilizar pela concepção do sistema e pela realização dos ensaios.

SUBCONTRATADAS - Responsabilizam-se pelo desenvolvimento e pela integração de subsistemas, tipicamente, de estrutura, de controle térmico, de suprimento de energia, de controle de órbita e atitude, de telemetria e telecomando e de carga útil.

FORNECEDORAS ISOLADAS - Fornecem componentes e equipamentos para as subcontratadas e contratada principal; tipicamente[1], são células solares, baterias, sensores, antenas, componentes eletrônicos etc.

FORNECEDORAS DE SERVIÇO - Fornecem serviços para a contratada principal e subcontratadas. Tipicamente são estudos econômicos; desenvolvimento de "software" de aplicação administrativa e industrial, de controle de processos, de processamento de imagens, de simulação e modelagem; assistência técnica em operação e manutenção de equipamentos, em operação de computadores, em documentação técnica.

Fig. 2.1 - Distribuição típica de responsabilidades na execução de programas espaciais.

TABELA 2.2

PRINCIPAIS CONTRATOS DA NASA ENTRE 1975 E 1979

POSIÇÃO NO FINAL DE 1979	CONTRATADA	VALOR DOS CONTRATOS ATÉ O FINAL DE 1979 (EM US$ 1000)	PARTICIPAÇÃO DA EMPRESA EM RELAÇÃO AO VALOR TOTAL DOS CONTRATOS NO PERÍODO (%)	
1	Rockwell International Corporation	4.561.349	37,00	54,89
2	Martin Marietta Corporation	682.350	5,54	
3	McDonnell Douglas Corporation	642.054	5,21	
4	Lockheed (total)	443.829	3,60	
5	Bendix Corporation	436.624	3,54	
6	General Electric Company	385.917	3,13	13,89
7	Boing Corporation (total)	362.756	2,94	
8	General Dynamics Corporation	351.565	2,85	
9	IBM	329.379	2,67	
10	Thiokol Corporation	283.853	2,30	

[Extraída de DONDI, 1981c, p.28]

TABELA 2.3

PRINCIPAIS CONTRATOS DA ESA ENTRE 1972 E 1979

POSIÇÃO NO FINAL DE 1979	CONTRATADA	PAÍS	VALOR DOS CONTRATOS ATÉ O FINAL DE 1979 (EM US$ 1000)(1)	PARTICIPAÇÃO DA EMPRESA EM RELAÇÃO AO VALOR TOTAL(2) DOS CONTRATOS NO PERÍODO (%)	
1	SEP-Société Européene de Propulsion	França	346.133	12,07	
2	ERNO-Raumfahrttechnik GmbH	Alemanha Ocidental	290.125	10,12	
3	SNIAS-Société Nationale Industrielle Aérospatiale	França	231.902	8,09	41,99
4	BADC-Bristish Aerospace Dynamics Group (Stevenage)	Grã Bretanha	188.568	6,57	
5	MATRA S.A.	França	147.588	5,15	
6	DORNIER	Alemanha Ocidental	141.277	4,93	
7	MBB-Messerschmitt-Bölkow-Blöhm GmbH	Alemanha Ocidental	105.578	3,68	
8	AEG-Telefunken	Alemanha Ocidental	83.955	2,93	16,41
9	Aeritalia	Itália	76.750	2,68	
10	Marconi Space and Defense Systems	Grã-Bretanha	62.987	2,20	

(Extraída de DONDI, 1981b, p.7)

(1) O valor em dólares foi estimado tomando o valor em AU (Accounting Unit, unidade de medida monetária usada pela ESA). Taxa de conversão utilizada: 1 AU = 1,4 US$ (base 31.12.1977)

(2) O total inclui todos os contratos com órgãos de governo, universidades e empresas industriais acima de 1,4 milhões de dólares (1 MAU)

TABELA 2.4

PARTICIPAÇÃO DAS MAIORES EMPRESAS EM RELAÇÃO AO VALOR TOTAL DOS CONTRATOS

MAIORES SUBCONTRATADAS / AGÊNCIAS CONTRATANTES	PARTICIPAÇÃO EM RELAÇÃO AO VALOR TOTAL DOS CONTRATOS			NÚMERO DE EMPRESAS SUB-CONTRATADAS
	PARTICIPAÇÃO DAS 5 MAIORES EMPRESAS	PARTICIPAÇÃO DAS 10 MAIORES EMPRESAS	PARTICIPAÇÃO DAS 20 MAIORES EMPRESAS	
ESA (Período 1972 a 1979)	42%	58%	71%	138
NASA (Período 1975 a 1979	55%	69%	85%	175

[Extraída de DONDI, 1981b, p.7 e 1981c, p.28]

Esses grandes grupos em que se concentram os contratos industriais da ESA e da NASA são bastante diversificados, atuam em vários setores, e as atividades espaciais representam apenas uma parte, nem sempre grande, de suas atividades. No caso da França, Simon (1982, p.102) lembra que "com exceção da ARIANESPACE, que foi criada exclusivamente para assegurar a produção e comercialização do lançador Ariane, a atividade espacial está hoje integrada, no seio das empresas, a outras atividades relevantes, geralmente aeronáutica e eletrônica". Mesmo assim, a ARIANESPACE é um consórcio de empresas européias que atuam em outros setores da economia. O tamanho do setor espacial nos quatro maiores grupos franceses da área é apresentado na Tabela 2.5.

Da mesma forma, levando em conta apenas as atividades relacionadas com o espaço, pode-se observar nas Tabelas 2.6 e 2.7 as vinculações das maiores contratadas da ESA e da NASA com os setores bélico, aeronáutico e eletrônico (principalmente equipamento para telecomunicações e processamento de dados).

No caso de equipamento de solo, há uma grande presença de empresas do setor de telecomunicações. A Tabela 2.8 relaciona todas as empresas americanas produtoras de estações terrenas completas.

TABELA 2.5

VOLUME DE NEGÓCIOS DA INDÚSTRIA ESPACIAL FRANCESA

ANO	1978		1979		1980		1981	
VALOR	em milhões de francos	em %	em milhões de francos	em %	em milhões de francos	em %	em milhões de francos	em %
AEROSPATIALE								
satélites	-	-	-	-	-	-	256	1,5
lançadores	-	-	-	-	-	-	142	0,9
militar e diversos	-	-	-	-	-	-	2 447	14,8
total DSBS[1]	1 781	18,8	2 543	22,3	2 642	20,2	2 845	17,2
total Aerospatiale	9 500		11 400		13 200		16 500	
MATRA								
satélites	172	7,6	169	5,7	285	9,8	499	11,1
lançadores	67	3,0	85	2,9	55	1,9	152	3,4
diversos	-	-	-	-	-	-	51	1,1
total espacial	239	10,6	254	8,6	340	11,7	702	15,6
total Matra	2 249		2 939		2 903		4 501	
SEP								
satélites	7	0,8	6	0,8	33	3,6	62	5,9
lançadores	344	40,3	291	37,6	244	26,9	342	32,4
total espacial	351	41,1	297	38,4	277	30,5	404	38,3
total SEP	854		773		908		1 055	
THOMSON-CSF								
satélites	53	0,8	53	0,6	139	1,1	250	-
equipamentos de solo	219	3,1	275	2,9	421	3,3	-	-
total espacial	272	3,9	328	3,5	560	4,4	-	-
total Thomson-CSF	6 955		9 440		12 794		-	-

(1) Divisão de Sistemas Balísticos e Espaciais

FONTE: Simon, 1982, p.103

TABELA 2.6

PRINCIPAIS SISTEMAS LIGADOS ÀS ATIVIDADES ESPACIAIS PRODUZIDOS PELAS MAIORES SUBCONTRATADAS DA ESA NO PERÍODO DE 1972 - 1979

SISTEMAS PRODUZIDOS / MAIORES SUBCONTRATADAS DA ESA PERÍODO 72 - 79	SPACECRAFT	LANÇADORES	AERONAVES CIVIS E MILITARES	MÍSSEIS, FOGUETES DE SONDAGEM, RPVs e DRONES	SISTEMAS DE PROPULSÃO	SISTEMAS DE GUIAGEM E COMUNICAÇÃO	SISTEMAS DE PROCESSAMENTO DE DADOS
SEP				X	X	X	X
ERNO	X				X		
BAe	X		X	X	X	X	
SNIAS	X	X	X	X			
MATRA	X			X		X	X
DORNIER	X			X		X	
MBB	X		X	X	X	X	
AEG - TFK						X	
AERITÁLIA			X				
MSDS	X					X	

[Extraído de Aviation Week and Space Technology (1984) e Dondi (1981c)].

TABELA 2.7

PRINCIPAIS SISTEMAS LIGADOS ÀS ATIVIDADES ESPACIAIS PRODUZIDOS PELAS MAIORES SUBCONTRATADAS DA NASA NO PERÍODO 1975 - 1979

SISTEMAS PRODUZIDOS / MAIORES SUBCONTRATADAS DA NASA	SPACECRAFT	LANÇADORES	AERONAVES CIVIS E MILITARES	MÍSSEIS, FOGUETES DE SONDAGEM RPVs e DRONES	SISTEMAS DE PRODUÇÃO	SISTEMAS DE GUIAGEM E COMUNICAÇÃO	SISTEMAS DE PROCESSAMENTO DE DADOS
ROCKWELL INTERNACIONAL CORPORATION	X		X	X	X	X	
MARTIN MARIETTA CORPORATION	X	X		X		X	X
MACDONNELL DOUGLAS CORPORATION		X	X	X		X	X
LOCKHEED CORPORATION	X	X	X	X			X
BENDIX CORPORATION				X		X	X
GENERAL ELETRIC COMPANY	X					X	X
BOEING CORPORATION		X	X	X			X
GENERAL DYNAMICS CORPORATION	X	X	X			X	
IBM						X	X
THIOKOL CORPORATION	X			X	X		

[Extraído de Aviation Week and Space Technology (1984) e Dondi (1981c)].

TABELA 2.8

EMPRESAS PRODUTORAS DE ESTAÇÕES TERRENAS COMPLETAS NOS EUA

	TRANSMISSÃO RECEPÇÃO	RECEPÇÃO
ANTENAS FOR COMUNICATION		X
CALIFORNIA MICROWAVE	X	X
COLLINS TRANSMISSION SYSTEMS DIVISION	X	X
TELECOMMUNICATIONS	X	X
CROWDER COMMUNICATIONS Ltd.	X	X
E - SYSTEMS	X	X
FAIRCHILD	X	X
FARINON	X	X
FORD	X	
FORT WORTH TOWER		X
GARDINER COMMUNICATIONS		X
GTE INTERNACIONAL SYSTEMS CORPORATION	X	X
HARRIS CORPORATION	X	X
HUGHES MICROWAVES	X	X
ITT SPACE	X	X
MICRODYNE CORPORATION		X
MICROWAVES ASSOCIATES		X
RF COMMUNICATIONS Ltd		X
SATELLITE TECHNOLOGY FOR CHRIST	X	X
SCIENTIFIC-ATLANTA	X	X
TERRACOM		X
TORNER CABLE EQUIPMENT		X
TOTAL TELEVISION ENTERTAINMENT		X
U.S. TOWER		X
WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION		X
GENERAL ELECTRIC		X
PAGE COMMUNICATIONS	X	
RCA	X	X

[Extraído de Dondi (1981c), p.15].

Como consequência das considerações anteriores, quando se busca caracterizar a CIE é necessário diferenciar os sistemas espaciais (veículos espaciais, lançadores, sistemas de propulsão) dos sistemas de solo (estações, instalações de terra, serviços). Contudo, é também importante separar as empresas em três níveis, de acordo com sua capacidade para realizar atividades:

- ao nível do sistema (gestão e integração de sistemas completos);
- ao nível de subsistema (gestão e integração de subsistemas completos);
- ao nível de equipamentos de bordo e de solo, componentes, materiais e serviços de suporte.

Cabe destacar que somente os EUA dispõem de uma capacidade industrial espacial que abrange toda a gama de produtos e serviços espaciais. Na Europa nenhum país conta com uma indústria assim abrangente, sendo a França o país europeu que dispõe do parque industrial capaz de fornecer o maior número de sistemas e subsistemas espaciais. Segundo Schwarz (1979, p.235), "a França é atualmente o único país da Europa Ocidental que tem todos os elementos para manter independentemente seus próprios programas espaciais se assim desejar: possui indústrias de satélites e lançador, base de lançamento, centro de operações, estações de rastreamento etc.". A França empenha-se agora em convencer a ESA a adotar o projeto Hermes - uma nave tripulada de pequeno porte para ser usada diversas vezes (Lust, 1985, p.13).

O Japão está desenvolvendo um lançador de porte, H-2, capaz de colocar satélites em órbita geoestacionária, e dispõe das facilidades necessárias ao projeto, à construção e ao lançamento de satélites artificiais. O Japão pretende, no futuro, desenvolver uma nave tripulada semelhante à desejada pela França (U.S. Congress, 1982, p. 203). A Tabela 2.9 fornece os principais grupos japoneces atuantes no setor espacial.

TABELA 2.9

ESPECIALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS FIRMAS ESPACIAIS JAPONESAS (CONTRATADAS PRINCIPAIS)

SISTEMAS DE TRANSPORTE		SISTEMAS (ARTEFATOS) ESPACIAIS		ESTAÇÕES TERRENAS	
SISTEMAS DE LANÇAMENTO	MOTORES DE FOGUETE	CIENTÍFICOS	DE APLICAÇÕES	SISTEMAS	SUBSISTEMAS/ TERMINAIS
MHI[1]	MHI	NEC[3]	MELCO	NEC	MELCO
IHI[2]	IHI	MELCO[4]	TOSHIBA	TOSHIBA	NEC
	NISSAN MOTORS		NEC		TOSHIBA
					JAPAN RADIO

FONTE: Dondi (1981c), p.196

(1) Mitsubishi Heavy Industry

(2) Ishikawajima - Harima Heavy Industries

(3) Nippon Electric Corporation

(4) Mitsubishi Electric Corporation

Além disso, vários países europeus têm capacidade de projetar e construir satélites artificiais. A Tabela 2.10 mostra as empresas européias com capacidade de gerir e integrar satélites artificiais. Deve-se lembrar, entretanto, que estas empresas apresentam uma capacitação muito diferenciada, e os produtos fornecidos variam de pequenos satélites científicos a satélites de comunicações.

TABELA 2.10

CAPACIDADE EUROPÉIA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DE SATÉLITES

PAÍS MEMBRO DA ESA	GRUPOS INDUSTRIAIS
França	SNIAS - Société Nationale Industrielle Aérospatiale MATRA S.A.
Alemanha	Dornier Group MBB - Messerschmitt Bolkow Blohm GmbH
Grã-Bretanha	British Aerospace Dynamics Group - Stevenage British Aerospace Dynamics Group - Bristol
Holanda	Fokker BV Philips Group
Itália	CNS - Compania Nazionale Satelliti
Espanha	INTA - Instituto Nacional de Tecnica Aeroespacial
Suécia	SAAB - Scania AB
Áustria, Bélgica, Dinamarca, Irlanda, Noruega, Suiça	Não há

FONTE: Dondi, 1981b.

Finalmente, a Alemanha e a Itália, no contexto da ESA, vêm perseguindo ativamente a capacitação para construir módulos tripulados que operem em conjunto com o "space shuttle" e com a futura estação espacial americana. Não só a Alemanha foi a principal responsável pela realização do Spacelab, um laboratório tripulado que é acoplável à cabine de carga do shuttle, como também, juntamento com a Itália, é a patrocinadora do programa Columbus, recentemente aprovado pela ESA para a fase B do projeto, que visa o desenvolvimento e realização de um módulo tripulado autônomo associado à estação espacial americana.

CAPÍTULO 3

PROGRAMAS ESPACIAIS COMO POLÍTICA DE INOVAÇÃO INDUSTRIAL

O processo de inovação industrial é encarado como um conjunto de atividades que compreende desde a concepção de um novo produto ou sistema até a sua introdução no mercado e uso efetivo. Este processo abrange um grande número de agentes, fases e tipos de atividades. Em cada uma destas fases e atividades há incerteza associada e dificuldades de variada natureza. Alguns setores ou ramos industriais, apesar de sua importância para os interesses nacionais, apresentam dificuldades maiores dentro de um processo de inovação, e dificilmente progrediriam a taxas consideradas satisfatórias se não houvesse a intervenção do Estado no sentido de suprimir ou amainar essas dificuldades. Esta intervenção, pela própria complexidade do processo de inovação, pode assumir muitas formas e compor-se de amplo leque de medidas. O Estado pode prover apoio ao processo de inovação industrial desde a fase de concepção e P&D, passando pelo início da produção, até o fornecimento de garantias de mercado inicial para o produto ou sistema.

Na realidade, porém, uma intervenção ampla e abrangente ocorre quase exclusivamente em setores prioritários, privilegiando ramos como armamentos, eletrônica, aeronáutica etc. Nestes casos a intervenção do Estado assume frequentemente a forma de Grandes Programas de Inovação Industrial GPIIs, cuja finalidade é fornecer o produto ou o sistema visado. Em geral estes programas têm por objetivos coordenar políticas públicas e mobilizar e organizar instituições e empresas em torno da aquisição e/ou desenvolvimento de tecnologia e sua incorporação à estrutura produtiva de um determinado setor. Para atingir estes objetivos, os mencionados programss fazem extenso uso de contratos com empresas industriais e de serviços para fornecimentos de equipamentos, componentes, subsistemas e até sistemas completos, e, naturalmente,dos serviços associados, podendo chegar à criação de empresas públicas para fornecer o produto final.

Os programas espaciais podem ser considerados como GPIIs. No caso destes programas, pelo menos, é útil fazer uma distinção entre os Programas de Desenvolvimento de Sistemas Espaciais-PDSEs - e os Programas de Aplicação de Sistemas Espaciais - PASEs. Estes últimos têm por objetivo implantar um sistema operacional que conte com um segmento espacial para prestação de serviços a uma rede de usuários. Já os PDSEs têm objetivos mais abrangentes, como desenvolver um sistema espacial de grande porte e incorporar ao setor industrial os grandes resultados tecnológicos deles decorrentes.

A distinção anterior é útil porque, principalmente em países retardatários, a utilização de um sistema espacial pode basear-se na simples aquisição, no exterior, dos equipamentos e de capacitação para a sua operação. No capítulo sobre benefícios indiretos dos programas espaciais, que será visto mais adiante, fica claro que tais benefícios decorrem dos PDSEs. Uma vez que desenvolvem alternativas nacionais para sistemas importados, os PDSEs também estão associados à autonomia nacional.

Os PDSEs realizam o papel de gerar e incorporar a tecnologia ao setor produtivo, o que é feito através do processo de subcontratação. Um sistema espacial envolve um número muito grande de partes e passa por um complexo processo de desenvolvimento, projeto e construção. Neste processo, uma organização pública ou uma empresa privada assume a gestão e integração do sistema como um todo e subcontrata outras empresas melhor qualificadas para a realização de grande parte dos serviços de desenvolvimento e projeto dos componentes, equipamentos e subsistemas necessários. O resultado deste processo é a estruturação de uma rede de empresas que detêm conhecimentos técnicos detalhados, com uma divisão de trabalho bem definida que tem por núcleo a entidade que realiza a gestão e integração do sistema completo.

Com frequência, nos primeiros protótipos de um sistema espacial, a própria organização governamental responsável pelo desenvolvimento realiza esta função de gestão e integração do sistema completo. Mas a tendência é, nos protótipos subseqüentes, adotar uma

contratada principal para gerir e integrar o sistema desde sua concepção até sua entrega final, numa disposição como aparece na Tabela 3.1. Nas agências espaciais dos países desenvolvidos, até os serviços de concepção de novos sistemas são realizados através de contratos com as empresas do setor produtivo.

Alguns exemplos são suficientes para demonstrar este papel de estruturação da rede de empresas e, principalmente, de sua empresa núcleo. No campo de satélites geoestacionários de comunicações, a Hughes Aircraft Corporation é a principal fornecedora, como mostra a Tabela 3.2. A mesma Hughes foi a principal empresa envolvida nos programas de desenvolvimento dos primeiros satélites geoestacionários da NASA, as séries SYNCOM (I, II e III) e ATS (I a V, Hughes e VI, RCA).

Da mesma forma, as empresas francesas capacidadas a fazer satélites de comunicação, a SNIAS (Aeroespatiale) e a MATRA, participaram dos projetos de desenvolvimento SYMPHONIE (projeto franco-alemão que associou a SNIAS à MBB) e TELECOM (MATRA) conduzidos pelo Centre Nationale d'Études Spatiales - CNES.

No que se refere a famílias de lançadores o fenômeno se repete. A família Thor-Delta, que já foi utilizada em mais de cem lançamentos, resulta do míssil Thor desenvolvido pela Douglas Aircraft que atuou como contratada principal da Força Aérea Americana. A partir de 1955 a Douglas passou a responsabilizar-se pela gestão e integração do míssil. Em abril de 1959, a NASA firmou um contrato com a Douglas visando o desenvolvimento do lançador Delta que se comporia de um primeiro estágio Thor modificado e de projetos específicos para os demais estágios. Este foguete ainda está sendo produzido, em sucessivas versões, pela McDonnel-Douglas Corporation, da qual faz parte a Douglas Aircraft.

TABELA 3.1

DESCRIÇÃO DAS RESPONSABILIDADES INDUSTRIAIS NO DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMAS ESPACIAIS

especificação missão Responsável pela missão	especificação sistema especificação subsistema especificação subsistema especificação subsistema Responsável pelo sistema	especificação equipamento especificação equipamento Indústria	construção equipamento construção equipamento Indústria	integração subsistema Responsável pelo subsistema	integração final (satélite ou lançador) Responsável pelo sistema
As especificações de missão definem os objetivos da missão: telecomunicações ou observação da terra. Tipicamente: -telecomunicações-potência irradiada no solo sobre uma da da superfície geográfica; -observação da terra-resulução de imagem em determinada banda espectral.	As especificações da missão são traduzidas em especificaçoes do sistema (lançador ou satélite): peso, vida útil, performances gerais..., depois desenvolvidas em especificações dos subsistemas.	As especificações dos subsistemas são desenvolvidas em especificações de equipamento. Tipicamente: - antenas, - baterias, - sensores, - transmissor de telemedidas.	O responsável pelos equipamentos deve fornecer os componentes necessários à sua fabricação.		
O responsável pelo sistema é o cliente e patrocinador (CNES, PTT,TDF...). Ele pode utilizar em certos casos serviços de consultoria.	O responsável pelo sistema é, na maior parte das vezes, uma empresa industrial. Quando o cliente decide assumir a responsabilidade pelo sistema, ele deve confiar parte das tarefas correspondentes a um arquiteto industrial (caso do programa ARIANE).	Indústria	Indústria	O nível de subsistema e, em particular, a integração são, por vezes assumidos diretamente pelo responsável pelo sistema	O responsável pelo sistema, às vezes, sub-contrata uma outra empresa para a tarefa de integração.

FONTE: Simon (1982), p.104

TABELA 3.2

EXPERIÊNCIA EM PROJETOS DE SATÉLITES DE TELECOMUNICAÇÕES

EUA PROJETOS	SYSTEM PRIME	CANADÁ PROJETOS	SYSTEM PRIME	EUROPA PROJETOS	SYSTEM PRIME
SATÉLITES JÁ LANÇADOS					
COURIER	FORD				
TELSTAR	BELL				
RELAY	RCA				
SYNCOM	HAC				
INTELSAT I	HAC				
IDCSP	FORD				
INTELSAT II	HAC				
INTELSAT III	TRW				
TACSAT	HAC				
SKYNET 1	FORD				
NATO 1	FORD				
DSCS II	TRW				
INTELSAT IV	HAC				
NATO II	FORD				
ANIK A	HAC				
ATS 6	F'CHILD			SYMPHONIE	CIFAS
WESTAR	HAC			SKYNET 2	MSDS
SATCOM	RCA				
INTELSATIVA	HAC				
NATO III	FORD	CTS	CRC		
COMSTAR	HAC				
PALAPA	HAC				
MARISAT	HAC				
CS 1	FORD			SIRIO	CIA
FLEETSATCOM	TRW			OTS	BAe
BSE	GE				
ANIK B	RCA				
ECS	FORD				
SBS	HAC				
INTELSAT V	FORD				
ANIK C	HAC			MARECS	BAe
DSCS III	GE				
INSAT	FORD				
SATÉLITES PREVISTOS					
AUSSAT	HAC	ANIK D	SPAR	ECS	BAe
INTELSAT IV	HAC	BAZILSAT	SPAR	ARABSAT	SNIAS
G STAR	RCA			TDF-1	SNIAS
SPCC	RCA			TV SAT	MBB
GALAXY	HAC			TELECOM I	MATRA
ADV. WESTAR	HAC			SKYNET IV	BAe
TELSTAR	HAC				

NOTA: Excluídos os satélites tecnológicos e os não-profissionais

Companhias Americanas:

FORD : Ford Aerospace and Communications Corporation
HAC : Hughes Aircraft Company
F'CHILD: Fairchild Space and Eletronics Company
GE : General Electric Corporation
TRW : TRW Systems Group

Organizações Canadenses:

CRC : Communications Research Center
SPAR: Spar Aerospace Ltd.

Companhias Européias:

CIFAS: Consortium Industriel Franco-Allemand pour le Satellite
MSDS : Marconi Space and Defence Systems Ltd. (Inglaterra)
CIA : Compagnia Industriale Aerospaziale (Itália)
BAe : British Aerospace (Inglaterra)
SNIAS: Société Nationale Industrielle Aerospace (França)
MBB : Messerschmitt-Bolkow-Blohm (Alemanha Ocidental)
MATRA: S.A. Engins Matra (França)

FONTE: Brunt e Naylor (1982), p.429

A mesma família Thor-Delta serviu de base para o desenvolvimento da família N de lançadores da agência espacial japonesa - NASDA. A política seguida pela NASDA foi de transferência de tecnologia através da associação de firmas japonesas com firmas estrangeiras, envolvendo a McDonnell-Douglas, Rocketdyne e Thiokol, Mitsubisch Heavy Industries, Ishikawajima-Harima Heavy Industries e Nissan Motors.

A família de lançadores europeus Ariane foi inicialmente um projeto da Agência Espacial Européia - ESA. Mais tarde foi criado o consórcio ARIANESPACE, com a participação das empresas envolvidas no desenvolvimento, para produzir e comercializar o lançador. No caso, a SNIAS é o arquiteto industrial do lançador. enquanto o CNES é o responsável pela gestão global que inclui os serviços de lançamento na base de Kourou. A Tabela 2.1, incluída no capítulo anterior, mostra a composição acionária do consórcio ARIANESPACE.

Portanto, os PDSEs realizam também a função chave de obter e incorporar a tecnologia ao setor produtivo. Neste processo eles são capazes de acelerar o desenvolvimento das tecnologias necessárias; demonstrar a viabilidade técnica e comercial das concepções originais; prover facilidades operacionais de apoio essenciais; e servir de instrumento de coordenação entre as fases do processo de inovação e as várias instituições e empresas envolvidas. O esquema de subcontratação, à medida que alivia as responsabilidades gerenciais que envolvem a construção dos sistemas espaciais, permite ainda que a coordenação dos programas se encarregue da concepção e condução de novos projetos,além de fixar técnicas e tecnologias no setor produtivo, onde elas serão de utilidade para outras aplicações.

Deve-se acrescentar por fim que os programas espaciais governamentais - PASEs e PDSEs - compõem uma parcela superior a noventa por cento do mercado de sistemas espaciais. Como consequência, a política governamental de compras tem um papel fundamental no desenvolvimento de CIE no país.

CAPÍTULO 4

AS AGÊNCIAS ESPACIAIS

Os programas espaciais não se desenvolvem dentro de um vácuo institucional. Ao contrário, a formulação e execução dos Programas de Desenvolvimento de Sistemas Espaciais - PDSEs, dentro de uma política de geração e incorporação dos resultados tecnológicos dentro do setor produtivo, através da estruturação de uma rede de empresas estabelecida por meio de um processo de subcontratações, exige uma instituição estatal forte e organizada que possa coordenar tais atividades. Estas instituições são tipicamente conhecidas por agências espaciais.

Os países ocidentais que apresentam uma Capacidade Industrial Espacial - CIE mais desenvolvida (EUA, Europa, Japão, França) dispõem de uma agência espacial especificamente dedicada aos PDSEs. A inclusão da Europa se deve à existência da Agência Espacial Européia - ESA, que é responsável pelo segundo maior conjunto de programas espaciais do mundo ocidental, o qual se distingue dos programas espaciais nacionais dos países europeus.

Os demais países que promovem PDSEs não dispõem necessariamente de uma agência espacial. Contudo, não só a magnitude do conjunto de seus PDSEs é menor, como também não pretenderam, até o momento, desenvolver capacidade de lançamento própria. No caso da Inglaterra, por exemplo, os PDSEs são conduzidos por várias instituições e apenas coordenados por uma comissão nacional de atividades espaciais. Um memorando de setembro de 1980 da Sociedade Real Britânica afirma que "os esforços presentes do Reino Unido em ciência e tecnologia espaciais estão fragmentados e existe uma falta de coesão em tal extensão que parece não haver uma política espacial doméstica global" (U.S. Congress, 1982, p.195). Esta falta de coesão entre os esforços das organizações britânicas parece ter sido atribuída à ausência de uma agência espacial para coordenar a política espacial daquele país. Assim, "em 01 de fevereiro de 1985 foi anunciado que o governo do Reino Unido pretente estabelecer um Centro Espacial Nacional Britânico, de modo a

melhorar o desenvolvimento da tecnologia espacial no Reino Unido e fortalecer a coordenação da política espacial" (UK Space Centre, 1985, p. 221).

Nos EUA, a condução dos PDSEs está concentrada na National Aeronautics and Space Administration - NASA e no Department of Defense - DOD. "Uma das bases da política espacial dos EUA tem sido a condução em separado dos programas civis e militares" (U.S.Congress, 1982, p.39). A Tabela 4.1 relaciona as agências governamentais americanas com as atividades espaciais relevantes. Por ela constata-se que a quase totalidade do orçamento dos EUA para as atividades espaciais concentra-se na NASA e no DOD. As boas relações entre estes dois órgãos têm reduzido duplicações desnecessárias e promovido a transferência de tecnologia. A coordenação entre a NASA e o DOD tem seu principal mecanismo formal no "Aeronautics and Astronautics Coordinating Board".

A NASA foi estabelecida em 1958 pelo National Aeronautics and Space (NAS) Act. Por este ato e pela legislação posterior, a NASA é basicamente responsável pela pesquisa e desenvolvimento dos sistemas espaciais civis, mas não pela sua operação, com exceção da operação dos sistemas de transporte para o espaço (lançadores e espaçonaves tripuladas ou não), das plataformas de lançamento e dos sistemas de rastreio. Uma vantagem desta abordagem é a possibilidade de ela propiciar um crescimento tecnológico rápido, uma vez que a NASA não tem que desenvolver capacitação nem na operação de sistemas e nem no seu desenvolvimento comercial (U.S.Congress, 1982, p.41).

A NASA se vincula diretamente à Presidência da República, sendo sua política industrial decorrente da forma como ela realiza suas missões. A NASA faz a maior parte de seu trabalho através de contratos e não internamente. Consequentemente, a capacidade gerencial e técnica obtida fica automaticamente no setor produtivo.

TABELA 4.1

AGÊNCIAS FEDERAIS DOS EUA ATUANTES NO ESFORÇO ESPACIAL (1)

AGÊNCIA	ORÇAMENTO PARA ATIVIDADES ESPACIAIS (ANO FISCAL DE 1982 -ESTIVATIVA EM MILHÕES DE US$)	TRABALHOS SIGNIFICANTES RELACIONADOS AO ESPAÇO.
Departamento de Defesa (DOD)	5.916,3	Comunicações, comando e controle. Navegação, previsão ambiental. P&D prospectiva relacionada a aplicações militares.
NASA	5.617,3	P&D relacionada à ciência e aplicações; transporte.
Departamento de Comércio	126,3	Monitoração ambiental. Sensoriamento Remoto (em 1983). Satélites meteorológicos.
Departamento de Energia	38,0	Sistemas espaciais de potencia nuclear
Departamento de Agricultura	17,2	Avaliação de colheitas. Monitoração de solos, água e vegetação.
Departamento do Interior	12,6	Supervisão e monitoração de recursos naturais. Mapeamento.

FONTE: U.S. Congress (1982), p.242

(1) Não é possível fornecer uma estimativa de orçamento separada para as atividades espaciais relacionadas à intelegiência algumas das quais estão incluídas na cifra do DOD.

No plano europeu, o desenvolvimento de sistemas espaciais está hoje a cargo da ESA. Ela foi constituída em 1975, a partir da fusão da European Space Research Organization - ESRO, da European Launcher Development Organization - ELDO e da European Space Conference - ESC. A ESA é composta de onze membros efetivos - Bélgica, Espanha, Dinamarca, França, Alemanha, Irlanda, Itália, Holanda, Suécia, Suíça e Reino Unido - e dois membros associados - Áustria e Noruega . Isto se deu devido ao fato de esses países terem reconhecido que eles não poderiam desenvolver individualmente programas espaciais da mesma envergadura dos americanos ou dos soviéticos. Os principais programas espaciais da Europa estão ou estiveram sob a responsabilidade da ESA. É o caso dos programas Ariane, Spacelab, Meteosat etc. Tal como a NASA, trata-se de um organismo basicamente voltado para o desenvolvimento de sistemas espaciais, o que é realizado pela subcontratação de empresas e instituições de P&D e de agências espaciais dos países membros para a execução de seus programas.

Diferentemente da NASA, a ESA está autorizada a operar programas de aplicação de sistemas espaciais, uma vez que estes estejam desenvolvidos, com os custos suportados pelos usuários dos respectivos sistemas. Uma segunda diferença é que a ESA tem como objetivo explícito executar uma política industrial que visa melhorar a competitividade da indústria européia ao nível mundial.

No caso da França, a organização responsável pela condução dos PDSEs é o CNES. O CNES é financeiramente dependente do Ministério da Indústria, ao qual se subordina, com exceção dos gastos para o desenvolvimento de lançadores militares que são cobertos pelo orçamento do Ministério da Defesa. O CNES é caracterizado por ser um "estabelecimento público científico e técnico, de caráter industrial e comercial" (Luton, 1982, p.96). Verifica-se este caráter industrial e comercial quando se observa a sua participação no consórcio ARIANESPACE, encarregado de produzir e comercializar o lançador Ariane, com 34% das ações (Deschamps, 1982, p.119-122). Outro aspecto que acentua o caráter comercial do CNES é sua atuação concentrada em áreas que revelam maiores possibilidades comerciais e sua intenção de criar empresas para este fim.

No Japão as atividades espaciais são divididas como se segue (Dondi, 1981a, p.141-143):

a) O Institute for Space and Aeronautical Science (ISAS) é o responsável pela pesquisa científica desde a metade da década de cinquenta.

b) A National Space Agency (NASDA), criada em 1969, é responsável pelo desenvolvimento de veículos lançadores orbitais, de satélites de aplicações e de sistemas de rastreio e controle.

c) As atividades relacionadas com o uso de satélites de aplicação são realizadas em institutos especializados ligados a vários ministérios.

d) As pesquisas tecnológicas são realizadas em institutos de diversos ministérios.
Ainda que essas atividades sejam realizadas com um certo grau de independência, elas são coordenadas pela Space Activities Commission (SAC), que é diretamente subordinada ao Gabinete do Primeiro Ministro.

A NASDA é o órgão responsável pela condução dos PDSEs. Para a execução das atividades pelas quais ela é responsável, a NASDA controla um conjunto de dez instituições, e seu orçamento absorve cerca de oitenta por cento de todos os gastos do Japão com espaço (Dondi, 1981a, p.142). A NASDA se liga à Science and Technology Agency (STA) que, por sua vez, se liga ao Gabinete do Primeiro Ministro. A concentração dos PDSEs na NASDA tende a aumentar, uma vez que em 1989 ela deverá assumir todo o trabalho de desenvolvimento de veículos lançadores hoje realizado pelo ISAS e absorver todo o esforço japonês em veículos lançadores (Dondi, 1981a, p.148).

As agências espaciais têm papéis que são diferenciados de país para país. Entretanto, além de dirigir a execução dos PDSEs, pelo menos quatro outras áreas de atuação parecem caracterizar o seu funcionamento:

a) elas desempenham papel destacado na formulação dos PDSEs;

b) elas se ocupam da promoção, da defesa dos programas propostos e da realização de ingerências junto ao governo no sentido de conseguir a sua aprovação;

c) elas são responsáveis por parte da absorção e do desenvolvimento de tecnologia e pela implantação e operação da infra-estrutura de implementação e operação de sistemas espaciais; e

d) elas funcionam como geradoras e promotoras de propostas de outras medidas de apoio à CIE, a serem implementadas por elas mesmas ou por outras instâncias governamentais.

Olhando a atividade espacial como pequena parcela do conjunto de atividades públicas, torna-se necessário encarar as questões de formulação de projetos, planos e objetivos e de sua aprovação e recebimento de recursos para a sua implementação. Um dos problemas da agência espacial é justamente garantir, na disputa pelos recursos governamentais, uma fatia suficiente para a continuidade de seus programas essenciais. Esta capacidade de assegurar recursos e o apoio dos outros segmentos da estrutura estatal depende da agência espacial como instância mediadora no interior do aparelho do Estado capaz de formular projetos que façam convergir os esforços políticos da comunidade, despertem o interesse dos órgãos decisórios e mobilizem o apoio ativo de outras instâncias do governo.

No caso da NASA essa formulação segue caminhos diferentes de acordo com o tipo de programa. Na área de Ciência Espacial, esta agência tem implementado programas que são sugeridos pela comunidade científica externa. Obviamente a escolha dos programas depende de fatores como as necessidades institucionais, o apelo popular e/ou de seu valor científico. É também essencial que eles proponham pesquisas de fronteira para a Ciência Espacial.

Já a formulação dos grandes programas, que envolvem um planejamento de longo prazo e quantias que podem se elevar a vários bilhões de dólares, percorre um caminho diferente. Logsdon (1984a, p.2) afirma que "se a NASA ainda possui a experiência e os recursos técnicos necessários para preparar e propor uma abordagem de longo prazo para o programa espacial civil do governo, esta abordagem precisa refletir as prioridades estabelecidas pelo Presidente e pelo Congresso". Este mesmo autor conclui dizendo que "a NASA não é um agente livre na criação de um plano de longo prazo para o futuro dos EUA no espaço".

Isto fica evidente nos casos do Projeto Apollo e do Space Shuttle relatados pelo mesmo autor. O presidente John F. Kennedy, em 1961, decidiu colocar um homem na lua até o final dos anos sessenta. Entretanto, os planos da NASA só previam esta possibilidade para depois que fosse lançado um laboratório orbital tripulado, o que levaria a um vôo ao redor da lua e a uma estação espacial tripulada permanente. O pouso lunar só estava previsto para a década de setenta.

Em 1969, o então presidente da NASA, Thomas O. Paine, apresentou um plano de longo prazo para a era pós-Apollo que cobria todos os aspectos da ciência espacial e aplicações, além de um agressivo programa de exploração do sistema solar. Este plano foi rejeitado pela Casa Branca e pelo Congresso e somente um de seus elementos principais foi aprovado para desenvolvimento, depois de sofrer consideráveis modificações: o Space Shuttle.

Mesmo depois de formulado e aprovado, um grande programa ainda exige um considerável esforço político por parte da NASA. Assim, por ocasião da definição das características básicas destes programas, a NASA precisa considerar interesses, necessidades e limitações de vários segmentos e instituições que tenham interesse em seu desenvolvimento. Este ponto pode ser ilustrado pela polêmica atual, nos EUA, sobre o programa de desenvolvimento de uma estação espacial. Nesta polêmica pode-se acompanhar a dificuldade que a NASA encontra para definir as características básicas do programa. É necessário definir o projeto atendendo às solicitações das comunidades militar, científica e

empresarial, e às expectativas das agências espaciais de outros países que têm a intenção de participar. Paralelamente, a NASA tem de enfrentar a resistência de setores militares e da comunidade científica americana que sugerem que esses recursos encontrariam melhor uso em um conjunto de outros programas.

A formulação dos programas da ESA tem sido realizada de modo diferente. Deschamps (1985, p.80) afirma que a Europa está despendendo oito vezes menos que os EUA em pesquisa espacial, mas tem se concentrado primariamente no desenvolvimento de "aplicações espaciais proveitosas" e somente depois que os EUA demonstrem que essas aplicações são possíveis. Entretanto, no caso da ESA, a aprovação dos programas e a distribuição dos contratos dele resultantes se revela ainda mais difícil por envolver os interesses nem sempre convergentes dos diversos países que compõem aquela agência.

As agências espaciais, para obter aprovação de seus programas, os têm formulado procurando garantir o máximo de consenso possível no conjunto da comunidade espacial e na opinião pública em geral, pois a continuidade e o volume de recursos alocados para eles dependem da consistência e continuidade daquele consenso. Além disto, este consenso público é base para realizar a convergência de medidas de política tecnológica e industrial, fundamental nos países retardatários.

Parte importante da atuação das agências espaciais se volta para a implantação e operação de sua infra-estrutura de projeto, construção e operação de sistemas espaciais. Como exemplos de itens desta infra-estrutura podem-se citar as bases de lançamento de foguetes, as estações de controle, os laboratórios de teste necessários ao projeto e à integração dos sistemas e subsistemas completos etc.

É ainda a agência espacial que supre as lacunas de desenvolvimento que não podem ser realizadas sob encomenda, por inexistência das competências necessárias ou mesmo de interesse da indústria, criando grupos de P&D encarregados de equacionar os problemas técnicos

e suprir a tecnolocia adequada à implementação de sua solução. Freqüentemente, a agência espacial assume a integração dos sistemas espaciais nos primeiros protótipos de um programa.

Uma condicionante fundamental para a atuação da agência espacial é o nível de desenvolvimento tecnológico da indústria de ponta do país onde ela atua. À medida que esta indústria se capacita e dispõe de uma estrutura de P&D implantada, muda a distribuição possível das atividades de formulação e execução dos projetos. Cada vez mais a agência espacial assume as funções de direção da formulação, da aprovação e da execução dos PDSEs, subcontratanto as empresas no que se refere a desenvolvimento de tecnologia, estudos sobre a formulação de futuros PDSEs e operação da infra-estrutura espacial. Nos países onde a indústria não tem um alto grau de desenvolvimento, a participação das agências espaciais na execução do desenvolvimento da tecnologia é maior, chegando a abranger a quase totalidade das atividades. Este foi o caso, por exemplo, da França no início da década de sessenta, quando o CNES assumia a responsabilidade pela integração dos satélites franceses, tanto ao nível de sistema como de subsistema.

Os programas espaciais americanos contaram desde o início com uma base industrial bastante desenvolvida, representada pelos fornecedores do DOD. Tinha a seu favor também o fato de ser pioneiro . Estes dois fatores permitiram a simplificação da política industrial da NASA. Desde o seu nascimento, a NASA decidiu realizar o esforço de P&D principalmente na forma de contratos com terceiros. Ainda assim, uma parte importante da capacidade de P&D estava alocada internamente para criar a competência necessária à direção técnica dos programas. Cerca de dez por cento da pesquisa é realizada internamente só para manter o alto nível de competência técnica da agência.

Nos demais países, retardatários, há necessidade de objetivos e política industrial explícita para recuperar em parte o tempo perdido e dar condições aos grupos nacionais de alcançarem competitividade internacional. Há também a necessidade, na política industrial desses países, de superar a separação que se estabelece em relação ao

setor produtivo quando o desenvolvimento e a absorção de tencologia se realizam, em grande parte, no interior de instituições públicas de P&D.

No caso do Japão, a capacitação técnica necessária ao projeto e à construção de satélites científicos foi desenvolvida com a participação mais intensa dos órgãos de governo. Na França, o CNES, a partir dos primeiros programas, transferiu progressivamente as tarefas e responsabilidades para a indústria. Na seqüencia de projetos de satélites que ocupou um período aproximado de 1962 a 1970, a indústria francesa ascende da condição de simples fornecedora de equipamentos à de responsável pela gerência e integração de sistemas completos.

Uma outra função das agências é coordenar a compra dos sistemas de solo, dos sistemas espaciais e dos lançamentos para os Programas de Aplicação de Sistemas Espaciais - PASEs, de modo a privilegiar a indústria e os desenvolvimentos nacionais por ocasião da instalação de um desses programas. No caso francês, uma das missões do CNES é "o desenvolvimento de estreitas relações com os clientes públicos franceses do espaço para responder às suas necessidades específicas (meteorologia nacional, teledifusão, defesa nacional)" (Luton,1982, p.96). De forma semelhante, no Japão, a criação da NASDA como organismo responsável pelo desenvolvimento de satélites e lançadores veio acompanhada de uma clara determinação para que qualquer órgão que planeje utilizar satélites conduza as pesquisas básicas, entregando o projeto à NASDA quando for atingida a fase de desenvolvimento. Assim, fica automaticamente garantida a inclusão da indústria japonesa, já que a NASDA, como agência de desenvolvimento de tecnologia, privilegia a indústria nacional em seus contratos de P&D e construção.

Outra possibilidade de ação das agências espaciais é sua contribuição à difusão do uso de uma nova aplicação de sistemas espaciais. Um exemplo interessante é o programa LANDSAT da NASA. Quando o primeiro satélite foi lançado em 1972, obviamente não havia tradição de uso de imagens de satélite para o gerenciamento de recursos em grandes extensões geográficas. Desde então a NASA promoveu acordos com vários países para alugar o sistema, permitindo a recepção direta das imagens, e hoje já estão sendo tomadas medidas para privatizar o sistema.

Também merece destaque a atuação da NASA no apoio à criação de uma capacidade industrial civil americana para a produção de satélites de comunicação. A atuação da NASA resultou da postura da administração Kennedy que viu no programa espacial uma maneira de aumentar o prestígio e a segurança americana e considerou importante que os americanos estabelecessem uma competência pioneira na área de comunicações por satélite (U.S.Congress, 1982, p.231). Segundo Rothwell e Zegveld (1985, p.261), o envolvimento da NASA no desenvolvimento desses satélites é um exemplo de como uma ligação efetiva entre uma agência de P&D governamental e empresas privadas levou à emergência de uma nova indústria.

Rothwell e Zegveld (1985, p.260-264) dão um histórico da atuação da NASA neste caso. Os esforços desta agência iniciaram-se com o programa ECHO, o qual demonstrou a inviabilidade de utilização de satélites de comunicação passivos, devido à grande perda de potência dos sinais. Antes de iniciar o desenvolvimento de um satélite ativo, a NASA teve de entrar em acordo com o Departamento de Defesa - DOD para que fosse permitido a qualquer firma o acesso ao banco de dados que seria resultante desse desenvolvimento. Foi então estabelecido o programa RELAY para o desenvolvimento de um satélite de comunicações ativo não-estacionário. Este programa criou um extenso banco de dados tecnológicos que permitiu o desenvolvimento de projetos civis e militares a um menor custo e com melhores probabilidades de sucesso, abrindo caminho para melhorias incrementais e adaptações comerciais. Depois veio o programa SYNCOM para o desenvolvimento de um satélite geoestacionário. O primeiro satélite, Syncom I, desenvolvido juntamente com a Hughes, perdeu sua capacidade de comunicação por problemas de lançamento. Entretanto, ele demonstrou a viabilidade da colocação em órbita de um satélite dessa natureza. Logo depois a NASA Lançou o Syncon II, que estabeleceu com sucesso a viabilidade dos satélites geoestacionários. Finalmente, o programa ATS (Applications Technology Satellite) foi idealizado para explorar novos usos dos satélites de comunicações, assumindo o o risco por uma vasta gama de inovações. O programa ATS teve sucesso ao proporcionar várias inovações tecnológicas para os satélites de comunicações.

Rothwell e Zegveld (1985, p.264), citando Teuball e Steinmuller, dizem que a contribuição da NASA para o desenvolvimento dos satélites de comunicação pode ser dividida em três estágios: invenção, demonstração de viabilidade e desenvolvimento comercial, consistindo-se num bom exemplo de um grande programa nacional de P&D que foi efetivo através de todos os estágios da inovação (desde a invenção, através do aprendizado de produção, até a comercialização). Segundo estes mesmos autores, sem a intervenção da NASA, a indústria de satélites de comunicações comerciais não teria surgido antes de 1970 (surgiu em 1965). Entretanto, em 1970 os cabos de comunicações já estavem mais eficientes e em condições de concorrer com o uso emergente dos satélites de comunicações, o que poderia criar atrasos consideráveis no desenvolvimento desta nova tecnologia.

As agências espaciais às vezes atuam também na formação de empresas, o que contribui para o desenvolvimento da capacidade industrial espacial. Assim, o governo francês incentivou e participou da formação das empresas: ARIANESPACE, para a comercialização dos lançamentos realizados pelo Ariane; SPOTIMAGE, para a venda das imagens do satélite de sensoriamento remoto francês SPOT; e SATEIL-CONSEIL, para o fornecimento de serviços de consultoria em matéria de satélites de comunicações. Já a NASA, segundo Rothwell e Zegveld (1985, p.264) estabeleceu duas empresas semiprivadas, COMSAT e INTELSAT, quando os usuários comerciais começaram a incumbir-se através de contratação, dos sistemas comerciais de comunicações por satélite e das instalações das estações terrenas.

Como comentário final deste capítulo vale salientar que o programa espacial de um país não pode ser encarado apenas como um esforço de aquisição de competência tecnológica, sob pena de comprometer a possibilidade da indústria de ponta elevar-se ao nível das atividades espaciais. Em consequência, um ponto a ser enfatizado no que diz respeito aos países que iniciam atrasados o desenvolvimento de uma CIE é a importância das agências espaciais. É através delas que se promove a convergência das principais medidas de política tecnológica e industrial aplicadas no desenvolvimento e na absorção das tecnologias

necessárias ao projeto e à construção de sistemas espaciais, e na formação das estruturas industriais para sua produção. Estas agências também conduzem os PDSEs, que representam parcela significativa do mercado de sistemas espaciais, e influenciam as decisões sobre a aquisição de outras instâncias governamentais que utilizam esses sistemas.

CAPÍTULO 5

BENEFÍCIOS ECONÔMICOS INDIRETOS DE PROGRAMAS ESPACIAIS

Os programas espaciais geram uma série de efeitos nas sociedades onde são realizados. Neste estudo, serão considerados efeitos econômicos dos programas espaciais aqueles que, na indústria ou no conjunto da economia, puderem ser identificados através de variáveis econômicas. Os efeitos econômicos assim definidos são apenas parte dos efeitos gerados por esses programas e não são necessariamente os mais importantes.

Os benefícios econômicos diretos são decorrentes dos Programas de Aplicação dos Sistemas tspaciais - PASEs - e se manifestam principalmente nas áreas de Meteorologia, Sensoriamento Remoto e Comunicações. Esses programas geram, ao longo de sua existência, dados que encontram utilidade econômica facilmente identificável e de quantificação relativamente bem definida em um período de tempo.

Os benefícios econômicos indiretos são aqueles relacionados com a aplicação em outros setores da economia de tecnologias geradas nos Programas de Desenvolvimento de Sistemas Espaciais - PDSEs. Os benefícios indiretos não são necessariamente os menos importantes, podendo até superar os benefícios econômicos diretos. Esses benefícios são considerados "indiretos" porque são resultado da utilização dos subprodutos ("spin offs") dos PDSEs. Este trabalho se limita aos benefícios econômicos indiretos dos programas espaciais.

O interesse em identificar e avaliar os benefícios indiretos dos programas espaciais surgiu a partir da preocupação das agências espaciais em justificar o volume de recursos públicos alocados em atividades espaciais. Como consequência natural, não há na literatura uma avaliação sistemática dos possíveis efeitos negativos nos gastos desses programas. Tampouco encontram-se tentativas para avaliar o custo de oportunidade desses programas, embora haja uma corrente

crítica das despesas espaciais. Esta corrente associa sempres as despesas espaciais às militares. Esta associação é bastante nítida nos programas espaciais americanos, mas não é tão clara nos demais programas nacionais e internacionais (com exceção dos programas da URSS). Na Europa e no Japão os programas espaciais são predominantemente civis, embora haja motivação militar promovendo sua sustentação política.

Para entender o mecanismo de difusão dos efeitos dos PDSEs é importante explicitar três características desses programas. Em primeiro lugar, os programas espaciais, em geral, são executados nos países desenvolvidos através da seleção de empresas que atuam como contratadas principais para cada PDSE. A segunda característica é a já mencionada concentração da execução dos programas espaciais em alguns grupos industriais que exercem atividades em áreas bastante diversificadas, conforme já mostrado nas Tabelas 2.2 e 2.3. A terceira característica dos PDSEs é a necessidade constatada de concentrar em uma única empresa a capacidade de gestão e integração do sistema completo em cada programa.

Os benefícios econômicos indiretos podem ser analisados sob uma perspectiva macroeconômica, tentando avaliar os efeitos positivos dos programas espaciais sobre a economia como um todo. Alternativamente, é possível adotar uma perspectiva microeconômica, considerando os efeitos ao nível de empresa individual.

Os primeiros estudos americanos adotam a perspectiva macroeconômica e são analisados em seguida.

5.1 - BENEFÍCIOS ATRIBUÍDOS AOS PROGRAMAS DA NASA

A partir da década de sessenta, a preocupação com os efeitos econômicos induzidos pelos programas espaciais e militares refletiu-se em vários estudos. A OECD (1968, p.270) considerou um estudo realizado pelo Denver Research Institute como o mais importante. Este estudo concluiu pela impossibilidade de medir os efeitos dos "spin-offs" da pesquisa espacial e militar na economia. No entanto, este

estudo promoveu uma análise quantitativa desses efeitos, dividindo-os em duas categorias, as inovações em produtos e processos (as repercussões tangíveis) e as incidências menos perceptíveis como melhoria na capacidade técnida da mão-de-obra e sua difusão. Ao final da década de sessenta, a NASA encomendou vários estudos sobre a avaliação do impacto de seus gastos na economia americana. Em geral estes estudos foram realizados segundo o método do fator residual. Este método baseia-se numa função de produção global da economia. Retirando as contribuições do capital e do trabalho deste aumento e decompondo o resíduo em várias componentes (elevação do nível de saúde e educação, economia de escala etc.), chega-se a uma parcela atribuível à P&D da NASA.

Num estudo publicado em 1971, do Midwest Research Institure, mencionado por Hertzfeld (1980, p.85), estimou-se que "207 bilhões de dólares seria o retorno do investimento até 1987, a partir de um desembolso de 29 bilhões de dólares entre 59 e 69". Portanto,um retorno de sete para um. O mesmo Hertzfeld (1980, p.86) cita um estudo elaborado pelo Chase Econometrics Association Inc., publicado em 1975, no qual conclui-se que um aumento de um bilhão de dólares ao ano nos gastos da NASA, a partir de 1975, promoveria um aumento acumulado no PNB americano de oitenta e três bilhões de dólares em 1984. Uma taxa aproximada de retorno de oito para um.

Deve-se acrescentar que estes resultados são sujeitos a controvérsias. Em primeiro lugar, critica-se a validade dos modelos utilizados. É praticamente impossível, também, estabelecer com precisão a contribuição de cada componente do resíduo. Além disto, o fato de a P&D ser uma pequena porcentagem do PNB americano pode fazer com que seus efeitos se percam nos erros estatísticos de medida deste PNB.

5.2 - BENEFÍCIOS ATRIBUÍDOS AOS PROGRAMAS DA ESA

Brendle et alii (1981) realizaram o único estudo existente sobre este assunto na Europa. O estudo, encomendado pela ESA para levantar os benefícios de sua ação, foi realizado pelo Bureau d'Economie Théorique et Appliquée (Beta) da Universidade Louis Pasteur.

O estudo procurou identificar de forma qualitativa e quantitativa o conjunto de mudanças que beneficiaram as firmas engajadas nos programas espaciais europeus. A análise restringiu-se às empresas que tinham contratos diretos com a ESA. O método empregado para avaliar os efeitos ao nível da empresa foi a comparação da situação (nível de atividade e configuração de custos) da empresa na época da avaliação com a situação hipotética mais provável sem os contratos da ESA. Os benefícios foram expressos em valor adicionado e avaliados de forma subjetiva por pessoas bem informadas sobre a evolução das atividades da empresa. A pesquisa cobriu um conjunto de 128 firmas que representavam mais de oitenta por cento dos contratos da ESA no período. Os benefícios totais e a evolução dos contratos da ESA e sua antecessoras- ESRO e ELDO - entre 1964 e 1977, são apresentados na Figura 5.1.

Este estudo de Brendle et alii (1981) adota a classificação dos efeitos econômicos indiretos em tecnológicos, comerciais, sobre organização e métodos (O&M) e sobre a mão-de-obra. Na Figura 5.2 aparecem os benefícios relacionados a cada tipo de efeito econômico indireto.

Fig. 5.1 - Evolução anual dos gastos da ESA com contratos e dos benefícios totais.

FONTE: Brendle et alii (1981), p.7

(1) Os benefícios no período 1977-1982 foram estimados com base apenas nos gastos incorridos até 1977.

Fig. 5.2 - Distribuição dos benefícios gerados pelos contratos da ESA.

FONTE: Brendle et alii (1981).

Numa análise de um dos projetos da ESA, o METEOSAT, o mesmo estudo conclui que os benefícios gerados no segmento solo tiveram uma taxa de retorno de quase o dobro dos benefícios gerados pelos contratos do segmento espacial. Aparentemente, isto se deve à existência de um grande mercado para estações de usuários do sistema e às perspectivas comerciais que se abriram para as empresas que desenvolveram estações de controle. A Tabela 5.1 mostra os benefícios do projeto METEOSAT.

TABELA 5.1

BENEFÍCIOS DO PROJETO METEOSAT (1)

ELEMENTOS DO SISTEMA / TIPOS DE RETORNO	SATÉLITE		SEGMENTO SOLO	TOTAL
	PLATAFORMA	CARGA ÚTIL	ESTAÇÕES DE CONTROLE + ESTAÇÕES DE USUÁRIO	
Benefícios tecnológicos	42,368	65,443	101,581	209,392
Benefícios comerciais	38,294	9,015	236,254	283,563
Benefícios para O&M	70,539	1,681	23,714	96,027
Benefícios para mão-de-obra	52,452	9,255	4,031	65,738
Benefícios totais	203,653	85,394	365,580	654,720
Contratos	63,181	27,169	30,450	125,800
Razão benefícios/contratos	3	3	12	5

(1) Unidade: MAU (base 31.12.77)

FONTE: Brendle et alii, 1981, p.67

Também foram avaliados os efeitos gerados pelos gastos da ESA sobre a balança comercial européia, através da diferença entre exportações mais substituição de importações e importação de produtos intermediários mais contratos diretos com países não-membros da ESA. A medida dos impactos dos gastos da ESA sobre a balança de pagamentos de seus países membros é uma maneira de avaliar a influência desses gastos sobre a independência tecnológica da Europa. Entre 1964 e 1982, o superavit decorrente dos contratos da ESA na balança desses países foi estimado em 2.689 MAU, 67% do valor dos benefícios avaliados. Brendle et alii (1980b, p.48) concluem, portanto, que tais gastos têm gerado resultados positivos sobre a independência tecnológica dos países europeus.

Na Tabela 5.2 pode-se acompanhar a distribuição dos benefícios por ramo de atividade. Os benefícios foram classificados segundo três enfoques diferentes. Primeiramente eles foram divididos em tecnológicos, comerciais, sobre organização e métodos e sobre a mão-de-obra (cada um desses benefícios será analisado com maiores detalhes nas seções que se seguem). Em segundo lugar eles foram classificados de acordo com sua vinculação direta ou não às atividades de produção de itens para os programas espaciais. Por último, eles foram agrupados conforme estivessem relacionados a exportações ou à substituição de importações. A distribuição dos benefícios relacionados nesta tabela não deve ser generalizada para países fora da ESA, já que podem ser retultantes da política industrial da agência que visava autonomia tecnológica em áreas julgadas críticas.

Por fim, a Tabela 5.3 mostra os maiores beneficiários, dividindo-os nas categorias de contratadas principais e fornecedores de subsistemas, equipamentos e serviços.

A distribuição dos benefícios segundo a responsabilidade contratual das empresas envolvidas, como mostra a Tabela 5.3, indica que as empresas que centralizam as maiores responsabilidades de projeto (as principais contratadas) acusam maiores índices de benefícios espaciais, enquanto as empresas que sucessivamente têm menores responsabilidades pelo projeto acusam maiores benefícios não espaciais.

TABELA 5.2

DISTRIBUIÇÃO DOS BENEFÍCIOS DA ESA POR RAMO DE ATIVIDADE

BENEFÍCIOS		RAMOS DE ATIVIDADE												
		TELECOMUNICAÇÕES	ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DE DADOS	GERADORES SOLARES	ARMAZENAMENTO DE ENERGIA	CONTROLE DE ATITUDE E ESTABILIZAÇÃO	PROPULSÃO	ÓTICA	CONTROLE TÉRMICO	ESTRUTURA E MECANISMO	INSTRUMENTAÇÃO	OUTRAS ATIVIDADES (matemática, testes, componentes, materiais)	ORGANIZAÇÃO INDUSTRIAL (principal contratação e integração)	TODAS AS CONTRATADAS
Benefícios tecnológicos	(%)	48	22	8	25	22	7	59	29	21	76	12	21	25
Benefícios comerciais	(%)	40	50	80	52	33	7	25	7	10	24	8	22	27
Benefícios para O&M	(%)	4	8	12	13	-	3	6	16	33	-	54	42	19
Benefícios para mão-de-obra	(%)	8	21	-	10	45	83	10	48	36	-	26	24	29
TOTAL		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Benefícios não-espaciais	(%)	45	81	21	80	38	9	51	29	14	83	90	43	50
Benefícios espaciais	(%)	55	19	79	20	62	91	49	71	86	17	10	57	50
TOTAL		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Benefícios na forma de exportação	(%)	45	23	78	52	11	5	38	26	26	17	21	22	29
Benefícios na forma de substituição de importações	(%)	35	31	5	4	20	95	33	27	34	37	25	37	38
Outros	(%)	20	46	17	44	69	-	29	47	40	46	54	41	33
TOTAL		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Benefícios totais	(em MAU)	769	341	72	232	169	451	205	191	535	5	95	949	4 014
Total contratos	(em MAU)	336	174	40	65	101	173	65	67	141	9	69	149	1 389
Razão benefícios/contratos		2,3	2,0	1,8	3,6	1,7	2,6	3,2	2,9	3,8	0,6	1,4	6,4	2,9

[Extraído de Brendle et alii (1981)].

TABELA 5.3

DISTRIBUIÇÃO DOS BENEFÍCIOS DA ESA POR CATEGOCIA DE CONTRATADA

	PRINCIPAIS CONTRATADAS	FORNECEDORAS DE SUBSISTEMAS	FORNECEDORAS DE EQUIPAMENTOS	FORNECEDORAS DE SERVIÇOS	TODAS AS CONTRATADAS
Benefícios tecnológicos (%)	26	17	30	11	25
Benefícios comerciais (%)	22	45	23	16	27
Benefícios para O&M (%)	25	21	9	21	19
Benefícios para mão-de-obra (%)	27	16	38	52	29
TOTAL	100	100	100	100	100
Benefícios não-espaciais (%)	37	38	75	84	50
Benefícios espaciais (%)	63	62	25	16	50
TOTAL	100	100	100	100	100
Benefícios na forma de exportação (%)	33	15	33	13	29
Benefícios na forma de substituição de importação (%)	32	43	47	17	38
Outros (%)	35	42	20	70	33
TOTAL	100	100	100	100	100
Benefícios totais (em MAU)	1 838	822	1 199	154	4 014
Total de contratos (em MAU)	533	370	411	75	1 389
Razão Benefícios/contratos	3,4	2,2	2,9	2,1	2,9

[Extraído de Brendle et alii (1981), p.23]

5.3 - BENEFÍCIOS TECNOLÓGICOS

Uma característica básica dos sistemas espaciais é a exigência de alta confiabilidade e desempenho para sistemas complexos que atuam em condições ambientais rigorosas. Esta característica leva naturalmente ao intenso desenvolvimento de tecnologia verificado nos programas espaciais.

Essas tecnologias recobrem uma ampla gama de áreas do conhecimento, e a sua efetiva difusão para outros setores da economia depende da natureza desses setores. Assim as inovações em telecomunicações, segundo Brendle et alii (1980b, p.76), têm sido difundidas como inovações em produto. As inovações em ótica e armazenamento e em tratamento de dados alcançam um mercado mais diversificado. Já o esforço de domínio de tecnologia na área de energia - problemas de armazenamento de energia, geradores solares e controle térmico - apresenta efeitos menores fora do setor espacial. Por fim, outras áreas de desenvolvimento como propulsão, estruturas e instrumentação têm seu uso restrito ao setor espacial.

A partir de 1985 a NASA (DRI, 1981) vem publicando um grande número de produtos e processos resultantes de seus programas. Segundo Anderson (1981, p.36), em 1973 foram identificados trinta mil itens de tecnologia que tinham sido, ou poderiam ser, adaptados para outros setores, e novos usos foram identificados à taxa de vinte mil por ano. O mesmo autor enfatiza que a NASA utilizou seu próprio pessoal e o das suas contratadas para realizar protótipos em aplicações promissoras.

Pode-se dizer que o efeito tecnológico mais importante da NASA foi no setor de semicondutores e computadores. Na fase inicial de desenvolvimento desses produtos, a NASA representou um mercado preocupado fundamentalmente com confiabilidade e desempenho, aceitando custos elevados. Nestas condições, a tecnologia amadureceu e seus custos baixaram, o que permitiu alcançar o mercado comercial.

Segundo Schnee (1978, p.21), "embora o programa espacial não tenha sido um pioneiro nas indústrias de computadores e semicondutores, ele acelerou as tendências tecnológicas em direção à miniaturização extensiva e alta confiabilidade. Produtos comerciais, tais como calculadoras de bolso e relógios digitais, promovidos como inovações da era espacial (até mesmo com o uso da marca registrada Apollo) não resultaram do programa espacial, mas eles provavelmente tornaram-se disponíveis mais cedo por causa da NASA".

Na Europa a preocupação com efeitos tecnológicos tem sido uma constante desde o início dos programas espaciais (Auges, 1964). Um levantamento recente, apresentado na Tabela 5.4, identificou uma série de aplicações fora do setor espacial e sua origem dentro deste setor.

Três conclusões devem ser enfatizadas sobre os efeitos tecnológicos dos programas espaciais. Em primeiro lugar, eles são limitados. Em segundo lugar, afirmam Brendle et alii (1980a, p.73) que "os produtos derivados das atividades espaciais permanecem sofisticados e, com raras exceções, interessam a um mercado ainda estreito (...), de sorte que parece mais exato dizer que o espaço tem alimentado um verdadeiro reservatório de ideias tecnológicas que constitui uma aquisição para o futuro, do que falar em mutações tecnológicas de tecido industrial impostas pela pesquisa espacial". A terceira conclusão é que os dispêndios em pesquisa espacial aceleram o desenvolvimento do estado da arte nas tecnologias envolvidas, ou como afirma Mignot (1980, p.169) "o espaço desempenha muito mais o papel de um catalizador que o de um grande reagente".

TABELA 5.4

EXEMPLOS DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA ESPACIAL PARA OUTROS SETORES DE ATIVIDADE

BENEFICIÁRIO DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA	ORIGEM ESPACIAL	NATUREZA DA INOVAÇÃO
Automóvel	. Estabilização de satélites . Soldagem de materiais de satélites . Eletrônica espacial . Materiais de satélites e lançadores	. Rodas de inércia para economizar consumo de energia de veículos . Técnicas de soldagem de peças automobilísticas por meio de bombardeamento de feixes de íons . Tabela de configuração de dados para indicar a origem de uma pane em um veículo . Fabricação de plaquetas de freio em fibras de carbono
Robótica	. Ótica eletrônica espacial	. Sistemas automáticos de controle de produção industrial
Navegação marítima	. Propulsão . Eletrônica espacial	. Propulsão e sistema de esvaziamento de lastros de submarinos . Equipamentos de visualização e sistemas de comunicação entre navios
Navegação aérea	. Eletrônica espacial . Ariane . Materiais de satélites	. Conjunto de equipamentos eletrônicos dos aviões . Possibilidade de utilização, nos próximos anos, de propelentes líquidos (utilizados no Ariane) para propulsão de aviões . Estrutura de aviões em fibras de carbono
Novas energias	. Captação de energia solar . Materiais de satélites . Gestão de projetos	. Células solares, centrais solares fotovoltaicas . Hélices de eólicos em fibra sintética . Controle de centrais nucleares
Informática	. Informática espacial . Meteosat	. Novos componentes, refrigeração de computadores, acoplamento de computadores, computador 'bilíngue' . Sistema de arquivo de dados
Bancos	. Ótica eletrônica espacial	. Caixas automáticos de bancos
Pesca	. Ótica eletrônica espacial	. Deteção de bancos de peixes
Transporte urbano	. Controle de atitude de satélites	. Controle de tráfego urbano
Armazenamento de eletricidade	. Armazenamento de energia . Baterias	. Armazanamento de carga de emergência por meio de rodas cinéticas . Miniaturização de pilhas elétricas (calculadoras)
Edifícios	. Ótica eletrônica espacial	. Deteção de fugas térmicas em paredes e telhados
Medicina	. Materiais para satélites . Informática espacial . Ótica eletrônica espacial	. Próteses . Informática médica para exames cardiológicos, pneumológicos etc. . Sistema de radiografia de baixo risco para o organismo
Telemática	. Transmissão de dados espaciais	. Redes de transmissão de dados
Indústria petroleira	. Materiais de satélites . Eletrônica espacial	. Estrutura cilíndrica em liga de aço e alumínio para refinarias . Ligações entre plataformas marítimas
Transporte coletivo	. Controle de satélites . Materiais de satélites	. Simulação para operação automática de metrôs . Materiais para vagões ferroviários
Gestão urbana	. Organização de projetos espaciais	. Gestão de grandes cidades
Luta contra a poluição	. Ótica eletrônica espacial	. Controle de zonas poluídas do Mar do Norte

Tabela 5.4 - Conclusão

BENEFICIÁRIO DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA	ORIGEM ESPACIAL	NATUREZA DA INOVAÇÃO
Segurança	. Informática espacial . Ótica eletrônica espacial	. Sistema de controle de riscos tecnológicos . Detetores para descobrir ladrões dentro de habitações
Lazer contra a poluição	. Materiais espaciais	. Esquis, raquetes de tênis em fibra sintética
Instrumentação	. Instrumentação espacial	. Medidor de fluxo por ultra-som utilizado para medir nível de líquidos em tanques de petróleo
Alimentação	. Materiais para satélites e lançadores	. Recipiente (barril) para cerveja em inox
Televisão	. Eletrônica espacial	. Componentes eletrônicos, tubos
Telefone	. Estabilizacão de satélites	. Alimentação de emergência para centrais telefônicas
Engenharia civil (pontes e estradas)	. Controle térmico de satélites	. Aquecimento de pontes e estradas por dutos de calor

FONTE: Milliken e Morrison (1971)

5.4 - BENEFÍCIOS COMERCIAIS

O principal efeito comercial para as firmas envolvidas nos programas espaciais é o rótulo de qualidade industrial que elas adquirem ao participar desses programas. À medida que a empresa se qualifica e participa de programas espaciais, sua marca torna-se mais respeitada, abrindo-lhe novos mercados, tanto espaciais quanto não-espaciais.

Entre os efeitos comerciais conta também o efeito de demonstração de inovações em produtos e processos. Como acentua Schnne (1978, p.21) "o efeito de demonstração causado pelos computadores dos programas espaciais aumentou muito sua aceitação no mundo dos negócios. O uso de computadores, amplamente divulgado em suas aplicações espaciais, fez com que os executivos se tornassem mais desejosos de usar computadores em suas aplicações industriais".

Outro benefício comercial são os estreitos laços comerciais criados entre as empresas em função da estrutura de subcontratação dos programas espaciais. Essas ligações podem evoluir para novas realizações conjuntas fora do setor espacial.

No caso da ESA, entre 1964 e 1982, a Tabela 5.3 mostra que os benefícios comerciais representaram 27% do total, compondo um valor adicionado de 1080 MAU para as empresas. A Figura 5.2 mostra que eles furgiram de dois a três anos atrasados em relação aos contratos que lhes deram origem.

5.5 - BENEFÍCIOS PARA ORGANIZAÇÃO E MÉTODOS

A realização de programas espaciais exige métodos sofisticados de racionalização do trabalho e procedimentos avançados de garantia de qualidade. Segundo Brendle et alii (1980a, p.78) "as inovações de procedimento que eles (programas espaciais) induzem se manifestam essencialmente por meio de novos métodos de gestão ou organização de grandes projetos". Aparentemente, os novos equipamentos e instalações utilizados pelos programas espaciais são altamente especializados e encontram pouca utilização fora do setor espacial. A Figura 5.3 apresenta uma estimativa das técnicas de gestão desenvolvidas pela NASA entre 1976 e 1977.

Fig. 5.3 - Número de técnicas de gerenciamento desenvolvidas pelos programas da NASA.

FONTE: Vannoy et alii (1980), p.91.

Milliken e Morrison (1971) examinaram um universo de mais de cinqüenta técnicas de gestão aplicadas no setor aeroespacial, incluindo as vinte e cinco mais utilizadas fora desse setor, as quais estão listadas na Tabela 5.5. Na maior parte dos casos, as técnicas foram geradas em outros setores e adaptadas e aperfeiçoadas para uso espacial.

No mesmo estudo, Milliken e Morrison (1971, p.17), concluíram que os casos de sucesso "ocorrem geralmente quando as barreiras econômicas são superadas (...) e quando o ambiente é favorável. Dois fatores parecem essenciais para um ambiente favorável: (1) verdadeira aplicabilidade da técnica de gerenciamento às necessidades da organização; (2) um administrador desejoso de experimentar a nova técnica, ou porque ele a viu funcionar no campo aeroespacial ou porque ele pretende assumir um risco calculado".

TABELA 5.5

PRINCIPAIS TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO AEROESPACIAIS

CATEGORIA	TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO	OBSERVAÇÕES
ANÁLISE DE PROGRAMAS E POLÍTICAS	*Análise de sistemas, análise de política e técnicas relacionadas	*Desenvolvidas pelas forças armadas americanas para selecionar e avaliar propostas de novos sistemas bélicos.
	*Análise de custo/efetividade	*Desenvolvida pelas forças armadas americanas como medida de sucesso em alcançar objetivos militares.
	*Análise de decisão (pesquisa operacional)	*Desenvolvida durante a segunda guerra mundial por cientistas britânicos para aplicação em problemas militares.
	*Heurística	*Utilizada em 1958 pela Rand Corporation para resolver problemas de pesquisa operacional relacionados com seus trabalhos para as forças armadas americanas.
	*Simulação e modelagem	*Aperfeiçoada após a segunda guerra mundial e amplamente utilizada em simulações militares com auxílio de computadores.
CONTROLE E PLANEJAMENTO ADMINISTRATIVO	*Sistemas de aquisição	*Desenvolvidos para o DOD e para a NASA.
	*"Source evaluation board process"	*Processo de avaliação de fornecedores por meio de uma juntacomposta geralmente de três comitês (técnico, de gerenciamento e de custo).
	*"Incentive contracting"	*Fornece uma motivação financeira ao contratado de modo a possibilitar maior eficiência em custo ou desempenho. O conceito de incentivos nos contratos militares de compra não é novo e há havia sido utilizado na guerra civil americana. Seu uso cresceu significativamente nos últimos anos com as políticas de aquisição do DOD e depois da NASA.
	*Avaliação de desempenho de contratadas	*Técnica aperfeiçoada e amplamente utilizada pelos programas militares e, posteriormente, pela NASA
	*Sistema de informação gerencial	*O conceito moderno de sistema de informação gerencial foi desenvolvido pelos esforços da força aérea americana durante a segunda guerra mundial em construir modelos de controle estatístico para sistemas logísticos.
	*"Management reporting and display"	*A maior parte dos avanços nessa técnica tem origem nos requisitos militares (comando e controle militar) e, mais tarde, espaciais (gerenciamento de operações).
	*"Scheduling/status methods"	*Técnica aperfeiçoada substancialmente para atender às necessidades militares de planejamento logístico e estudo de movimento de tropas.
	*PERT/CPM	*O método CPM foi desenvolvido por volta de 1957 pelos engenheiros da Du Pont e o PERT pela marinha americana para o programa Polaris.
	*Gerenciamento da configuração	*Técnica de gerenciamento e documentação das mudanças em projeto, de modo que seus impactos em outros elementos do programa sejam previsíveis. Foi aperfeiçoada pelos programas espaciais.
	*Gerenciamento da logística	*A logística recebeu avanços consideráveis com os programas militares (construção e ativação de bases de radar no Antártico e cilos de mísseis balísticos em áreas despovoadas) e espaciais.
	*Gerenciamento da qualidade	*Sofreu grande avanço com os programas espaciais devido ao seu elevado custo e quase impossiblidade de reparos nos sistemas em operação mesmo quando tripulados.
PLANEJAMENTO TECNOLÓGICO	*Antecipação tecnológica	*Utilizada pela força aérea americana durante a segunda guerra mundial para planejamento.
	*Técnica Delphi	*Desenvolvida inicialmente na Rand Corporation com recursos da força aérea americana, tem sido utilizada predominantemente no campo aeroespacial.
	*Engenharia de sistemas	*Teve origem nos trabalhos da Rand Corporation para as forças armadas com as técnicas de análise de sistemas, nos trabalhos da RCA com televisão e nos trabalhos da Bell Telephone Laboratories com sistema de rádio de microondas.
	*Análise de confiabilidade	*Utilizada e aperfeiçoada pelos programas da NASA e pelos programas militares (minuteman).
	*"Mantinability Analysis"	*O conceito de tempo médio entre reparos foi utilizado pela primeira vez pela força aérea americana após a segunda guerra mundial.
	*Engenharia do valor (ou análise do valor)	*Os conceitos e técnicas da engenharia do valor são atribuídos a Lawrence Miles da General Eletric Company, desenvolvidos durante a segunda guerra mundial.

Tabela 5.5 - Conclusão

CATEGORIA	TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO	OBSERVAÇÕES
ORGANIZAÇÃO	*Gerenciamento de projeto *Estrutura de organização matricial *Corporações governo/setor privado	*Os sistemas desenvolvidos no campo aeroespacial representaram um gran de avanço em relação aos conceitos tradicionais. *Originada no ambiente espacial. *Novos problemas surgidos no campo aeroespacial estimularam a busca de novos padrões organizacionais para coordenar os esforços de trabalho do governo e setor privado.

FONTE: Milliken e Morrison (1971)

Na Tabela 5.3 estão os benefícios em O&M gerados pelos programas da ESA. Eles somaram 778 MAU e representaram 19% do total.

5.6 - BENEFÍCIOS PARA MÃO-DE-OBRA

Os programas espaciais exigem para sua execução a utilização de mão-de-obra altamente qualificada, que se aperfeiçoa na realização desses programas. Como consequência, parte dos benefícios indiretos dos programas espaciais se manifesta justamente nesta qualificação da mão-de-obra. A sistemática de contratação das agências espaciais faz com que grande parte desses benefícios fique diretamente nas empresas, como demonstra a Figura 5.4.

Uma constatação interessante é o papel desempenhado pela movimentação de pessoal gerencial nas firmas ou entre elas. Milliken e Morrison (1971, p.6), entrevistando o administrador associado da NASA, George Mueller, verificaram que o principal fator que contribuiu para a transferência de técnicas foi o crescente número de gerentes do setor aeroespacial que se moveram para outras atividades industriais. Mignot (1980, p.170) descreve fenômeno semelhante no grupo MATRA, onde "a difusão de engenheiros do ramo espacial em direção a outros ramos de atividade do grupo tem sido um ponto fundamental da política interna da empresa nos últimos anos. A título de exemplo, e para limitar os postos de alto nível, podem-se citar os postos que são ocupados por antigos funcionários do setor espacial: o diretor do grupo civil, o diretor

de negócios internacionais da sociedade, o diretor da principal unidade de produção, o chefe do projeto metropolitano de Lille, o diretor geral de administração da sociedade, o diretor da filial encarregado dos sistemas automáticos de transporte".

No caso da ESA, os benefícios sobre a mão-de-obra atingiram, no período abrangido pela Tabela 5.3, 1.160 MAU ou 29% do cômputo geral.

No entanto, como advertem Brendle et alii (1981, p.18), em alguns casos os funcionários provindos do setor espacial podem gerar problemas nos ramos mais comerciais dos grupos, essencialmente por desejarem uma garantia de qualidade demasiado rigorosa que encarece em muito o produto.

Dadas as deficiências das metodologias utilizadas para chegar até eles, os números associados aos efeitos econômicos indiretos dos programas espaciais não podem ser encarados como definitivos. Entretanto, os estudos que os geraram representam uma significativa contribuição para o entendimento de como se processa a difusão dos efeitos econômicos dos programas espaciais, ao constatar a existência desses efeitos e os modos pelos quais eles se manifestam na economia.

Fig. 5.3 - FONTE: NASA - Public Affairs Division, 1979, p.13

CAPÍTULO 6

PROGRAMAS ESPACIAIS E FORÇAS ECONÔMICAS

Os grandes programas espaciais governamentais, que surgiram a partir do final da década de cinqüenta, não foram resultado da ação de forças econômicas. As razões que levaram ao seu surgimento resultou, segundo Lebeau (1980, p.21), de uma "combinação de objetivos puramente científicos, objetivos militares e busca de prestígio".

Certamente, a necessidade sentida então, de responder ao desafio proposto pelo lançamento do Sputinik, levou à formulação de uma política espacial pelos EUA. Em 1958 foi publicado um relatório, redigido pelo prêmio Nobel de física Edward Purcell, onde se justificava o esforço espacial, segundo Dupas (1977, p.24), como "a aspiração humana pela descoberta, as necessidades de defesa nacional, a busca de prestígio e as perspectivas oferecidas pela ciência". Como constata Levine (1982, p.17), o objetivo de colocar um homem na lua foi decidido "por muitas considerações: o conhecimento de que isto era possível; o papel crucial do vice-presidente Lyndon Johnson [que era presidente do Space Council], o qual deveria auxiliar e aconselhar o presidente a respeito do assunto; as humilhantes notícias do vôo de Yuri Gagarin em órbita terrestre realizado em 12 de abril e o fracasso da invasão da Baía dos Porcos uma semana mais tarde; e a convicção - fortalecida pelo administrador da NASA, James Webb, e pelo secretário de defesa Robert McNamara - de que um pouso lunar seria a maneira lógica e inevitável para os EUA demonstrarem sua superioridade no espaço".

Da mesma forma, a França partiu para a formação de uma estrutura própria para as atividades espaciais, afirmando com a criação do CNES - Centre Nationale d'Études Spatiales - em 1961, sua vontade de liderar a Europa no setor, ainda que sem bucar equiparar-se aos EUA e URSS.

Como se vê, não foram razões econômicas que, na origem, determinaram o surgimento dos programas espaciais e nem sustentaram sua expansão. Como afirma Lebeau (1980, p.21), "a emergência de aplicações econômicas da pesquisa espacial é um subproduto e não um objetivo dessa fase inicial".

Entretanto, "as atividades espaciais mundiais têm crescido em diversidade e magnitude, e os gastos atuais com desenvolvimentos espaciais excedem facilmente US$ 25 bilhões por ano" (Schwarz e Stares, 1982, p.346). Como conseqüência desses gastos começaram a aparecer resultados que poderiam proporcionar retornos financeiros de sua exploração. Este fato tem atraído a atenção de setores públicos e privados para a exploração econômica de produtos e serviços espaciais a ponto de autores como Lebeau (1980, p.22) afirmarem que "os objetivos econômicos são [hoje] o principal motivador do esforço espacial".

Como decorrência das pesquisas e dos investimentos realizados, o espaço passa a ser visto como uma extensão lógica do ambiente terrestre, um lugar de trabalho onde se podem executar atividades produtivas e rotineiras relacionadas às necessidades da humanidade (Logsdon, 1982, p.394). O ambiente espacial apresenta incentivos e perspectivas para sua utilização, proporcionando condições adequadas para a realização de tarefas que não poderiam ser executadas em terra ou que podem ser conduzidas de modo mais eficiente naquele ambiente. Assim, satélites de órbita baixa podem colher informações úteis do ponto de vista científico, militar ou civil, satélites geoestacionários podem ser utilizados para várias aplicações em telecomunicações e o ambiente espacial, sem gravidade e sem atmosfera, é propício ao processamento de alguns materiais. Entretanto, a exploração do espaço exige equipamentos especiais, de alta tecnologia e custo, tanto para o acesso como para a operação em ambiente espacial, o que limita muito as possibilidades de sua utilização. Isto leva a que se tenha, até o momento, poucos pontos onde esta exploração propicie retornos financeiros.

Segundo Williamson (1982, p.405), duas tendências recentes trouxeram um maior otimismo com relação às possibilidades de um maior investimento privado em atividades relacionadas ao espaço. A primeira delas é o desenvolvimento do Shuttle, que não só permite levar as cargas ao espaço, como também oferece condições de trazê-las de volta a terra. O advento do Shuttle permite agora o teste de novos instrumentos em ambiente espacial e a sua volta para alterações e, eventualmente, novos testes; permite também a manufatura de produtos em baixa gravidade e a sua volta para aproveitamento e análise. A presença de seres humanos a bordo da nave permite ainda uma maior flexibilidade nos testes. A segunda tendência é o crescente interesse pelo espaço demonstrado por um número relativamente grande de países. Isto aguça o interesse industrial, uma vez que se vislumbra um mercado maior para os produtos e tecnologias espaciais.

Contudo, apesar dos sinais animadores que se apresentam, a obtenção de retornos financeiros a partir de investimentos em atividades ligadas ao espaço, exceto na área de telecomunicações, ainda não é uma realidade. Existem ainda limitações tecnológicas e comerciais para atingir esses objetivos. Entretanto, o quadro é diferente para as várias áreas, sendo útil um breve exame em separado das aplicações em telecomunicações, sensoriamento remoto, sistemas de transporte e processamento de materiais no espaço.

Antes de começar este exame cabe uma advertência. Até este ponto, os programas que envolviam sistemas espaciais foram divididos em dois grupos: os programas de desenvolvimento e os programas de aplicação de sistemas espaciais. No entanto, neste capítulo estes programas serão tratados de forma global, sem se recorrer a esta separação. Isto se dá porque agora serão enfocadas as possibilidades de retornos sobre os investimentos realizados em todas as etapas da vida de um sistema espacial, incluindo tanto os gastos com desenvolvimento como os com operação, não sendo de ultilidade fazer uma distinção entre essas duas fases.

6.1 - TELECOMUNICAÇÕES

As telecomunicações por satélite são o único exemplo real da obtenção de retornos financeiros resultantes de atividades comerciais ligadas a produtos e serviços relacionados ao espaço, ou seja, da comercialização do espaço. Pode-se dizer que a tecnologia está madura e se constitui em fonte de lucro para várias empresas. Segundo Logsdon (1984b, p.72), o crescimento do mercado de satélites de comunicações é estimado em 20% ao ano, e as "estimativas do número de tais satélites a serem lançados variam de 180, entre 1985 e 1991, a 245 entre 1986 a 1995.

Brunt e Naylor (1982, p.428) afirmam que "os sistemas espaciais *na área de telecomunicações* proporcionam retornos não só para os seus usuários, mas também para os fornecedores de satélites e estações terrenas". Os sistemas de satélites de comunicações representam hoje um mercado da ordem de bilhões de dólares. Brachet (1980, p.18) estima que "os novos projetos em estudo para os países árabes, Austrália, países da América Latina, China, Japão e África permitem pensar que este mercado chegará a dez bilhões de dólares por ano na metade dos anos noventa". Para o mercado potencial de equipamentos de recepção o mesmo Brachet estima um volume três a cinco vezes maior.

Desde o final dos anos cinqüenta já existia nos Estados Unidos uma preocupação tanto do governo quanto do setor privado com as comunicações por satélite. O potencial comercial deste sistema foi notado pelo setor privado, primeiramente pela American Telephone e Telegraph - AT&T, que em 1962 lançou o primeiro satélite repetidor civil americano. É interessante notar que a AT&T percebeu as possibilidades desse sistema dentro de sua área de atuação, pois, além do seu grande mercado doméstico nos EUA, ela tinha interesse majoritário em todos os cabos trans-atlânticos que uniam os EUA à Europa. "Diferentemente das firmas que hoje possam estar considerando algum tipo de empreendimento no espaço, a AT&T tinha um forte controle sobre o mercado no qual ela estava para entrar" (U.S. Congress, 1982, p.221). Os satélites de comunicação na época eram também atrativos do ponto de vista financeiro. "Um relatório da

Rand Corporation publicado naquela época estimou que um sistema por satélite de baixa altitude custaria aproximadamente US$ 8.500 por canal por ano, comparado com US$ 27.000 para um novo sistema de cabos submarinos" (U.S. Congress, 1982, p.221).

Entretanto, o governo americano não permitiu que o desenvolvimento de tecnologia para o setor de telecomunicações espaciais ficasse somente por conta do setor privado, porque temeu que isto daria um virtual monopólio do setor à AT&T (Logsdon, 1982, p.397). Assim, o governo Kennedy autorizou que a NASA realizasse pesquisas na área e tomou as iniciativas para criar uma nova organização comercial, a Communications Satellite Corporation - COMSAT, como meio de estabelecer um novo sistema de comunicações por satélite. Em 1964 foi criada a International Telecommunications Satellite Organization - INTELSAT - com o objetivo de conseguir um acordo internacional sobre a extensão e o tipo dos serviços a serem oferecidos, os encargos por tais serviços, as políticas de atuação e um conjunto de matérias relacionadas. O consórcio INTELSAT era governado por um comitê, cujo poder de voto era proporcional ao grau de propriedade do sistema. Os EUA tinha 61% dos votos (Smith, 1982, p.357). As receitas do consórcio INTELSAT e o total dos gastos com satélites e equipamentos operacionais são mostrados na Figura 6.1. A Figura 6.2 mostra a evolução dos custos por ano e por canal dos satélites do consórcio.

Os satélites de comunicação serviram inicialmente a serviços transatlânticos porque os cabos submarinos eram mais caros que as linhas de terra (Hazelrigg e Hymowitz, 1985, p.191). O mercado de comunicações domésticas surgiu na década de setenta. O primeiro sistema foi o Anik canadense, que servia às vastas e esparsamente povoadas regiões do norte do Canadá. Por ocasião da implantação do Anik, estas regiões ainda não dispunham de um sistema de terra estabelecido.

Fig. 6.1 - Receitas e gastos acumulados da INTELSAT.

FONTE: Brunt e Naylor (1982), p.425.

Fig. 6.2 - Evolução dos custos da tecnologia INTELSAT.
FONTE: Hazelrigg e Hymowitz (1985), p.192.

Perry (1983, p.49) atribui em grande parte o sucesso dos satélites no setor de telecomunicações ao fato de esta tecnologia ser tecnicamente compatível com a rede existente, o que aumenta sua capacidade e diminui seu custo, sem que isto represente alterações para os usuários finais. O satélite de telecomunicações se integra ao sistema exis

tente que já possui um mercado organizado. Por outro lado, o sistema oferece vantagens não-disponíveis por outros meios. Assim, os satélites permitem ligar estações separadas por barreiras físicas como oceanos, montanhas, desertos e territórios de nações não-amigas; direcionar os sinais para comunidades isoladas; e, uma vez que um sistema esteja estabelecido, conectar novos receptores, o que depende apenas da instalação de estações terrenas. O sistema é ainda capaz de transmitir sinais de vários tipos, como de televisão ou dados, e é ideal para proporcionar ligações entre bases de terra e terminais móveis instalados em navios, aeronaves ou veículos em movimento.

Além destas, o relatório do U.S. Congress (1982, p.221) apresenta outras vantagens tecnológicas dos satélites de comunicação sobre as outras aplicações espaciais. Em primeiro lugar, estes satélites são equipamentos razoavelmente simples quando comparados com outros sistemas espaciais. Em segundo, grande parte das pesquisas e dos testes destes equipamentos podem ser feitos em terra. Finalmente, apresentam algumas vantagens sobre os sistemas baseados em terra: podem ligar dois pontos a um custo que independe da distância entre eles; têm a capacidade de transmitir simultaneamente para vários pontos e capacidade de atender a várias rotas, de acordo com as mudanças do tráfego.

Apesar de existirem vários tipos de serviços de comunicações realizados via satélite, a telefonia é a classe dominante de tráfego, respondendo, até 1982, por mais de oitenta por cento da alocação dos satélites de telecomunicações (Brunt e Naylor, 1982, p.419). A teledifusão via satélite parece ser o próximo campo dentro das telecomunicações que deve se tornar comercialmente viável. A capacidade de enviar sinais para pequenas antenas já existe, e os satélites para esse fim há estão sendo lançados (Smith, 1982, p.371). Além disto foi estabelecido em 1983 um sistema de comunicações marítimas por satélite, organizado através da International Maritime Satellite Organization - INMARSAT, que está proporcionando retorno de investimentos aos seus signatários (Lundberg, 1985, p.318), e já existe um sistema de navegação por satélite - NAVSTAR. Entretanto, mesmo tendo sido constatada bem cedo a viabilidade econômi

ca das telecomunicações via satélite, foi somente em 1981 que se conseguiu lançar no mundo ocidental um satélite civil operacional sem uma participação majoritária dos EUA em sua construção: o satélite europeu MARECS (Brunt e Naylor, 1982, p.422).

Brunt e Naylor (1982, p.423) afirmam que o crescimento da utilização de satélites é tal que o arco geoestacionário está atingindo a saturação para regiões de uso mais intenso, como é o caso da América do Norte. Isto se dá porque satélites com freqüência similar não podem ser alocados a uma distância menor que meio grau do arco orbital sem que haja interferência entre eles. Para fazer face a este problema, novas bandas de freqüência para a transmissão por satélites estão sendo estudadas. Estão sendo pesquisados satélites para atuar nas faixas de 14/12 GHz, 30/20 GHz e 40 GHz. A faixa de 14/12 GHz, apesar de estar com a tecnologia testada, não deverá ser escolhida, pois ela não atenderia às necessidades de um grande crescimento de mercado de vídeo e causaria problemas de interferência nas estações japonesas e européias que já utilizam essas freqüências para o rádio comercial (U.S. Congress, 1982, p. 49). A faixa de 30/20 GHz está sendo desenvolvida para telefonia, telegrafia e transmissão de dados, e a de 40 GHz para transmissões de televisão.

Existem ainda duas outras propostas para fazer face ao congestionamento da órbita geoestacionária (Molette et alii, 1984, p.771). A primeira são as plataformas de comunicações, que forneceriam um sistema de suporte comum (proporcionando energia, comunicações de serviço, sistemas de apontamento e estabilização etc.) para vários satélites ao mesmo tempo. A segunda opção seria o grupo de satélites conectados por ligações de microondas, por infravermelho ou laser, que dividiriam a carga útil de comunicação. Os satélites ficariam bastante próximos, de modo que parecessem uma única entidade para uma estação terrena. Molette et alii (1984, p.784) concluem que as plataformas de comunicação seriam economicamente mais atraentes. Entretanto, Logsdon (1984b, p.75) afirma que essas plataformas só seriam economicamente viáveis se fossem associadas a atividades de processamento de materiais no espaço. Ainda segundo o

U.S. Congress (1982, p.51), os grandes gastos de capital e o número de avanços tecnológicos necessários para construí-las fazem com que as plataformas de comunicação sejam mais objeto de especulação que os sistemas de satélites de 30/20 GHz.

Apesar da possibilidade de congestionamento das órbitas, continua acirrada a competição entre as firmas pelo mercado de satélites de telecomunicações. Assim, "nada menos do que seis entidades norte-americanas entraram com requerimento na Federal Communications Comission - FCC - para a construção e operação de satélites para tráfego internacional, fora da esfera do INTELSAT" (Novos Satélites, 1985).

6.2 - SENSORIAMENTO REMOTO

O sensoriamento remoto por satélites é uma importante parte do campo de detecção, reconhecimento e avaliação de objetos a distância por meio de instrumentos eletroóticos com interpretação cibernética (U.S. Congress, 1982, p.116). O sensoriamento remoto por satélites pode ser usado para ajudar a monitorar a produtividade da superfície da Terra, a localizar recursos subterrâneos, e a entender, predizer e eventualmente a controlar o ambiente. No estudo dos oceanos, o sensoriamento remoto é praticamente o único instrumento que permite a observação rotineira e continuada dos processos oceânicos. Na avaliação de recursos da Terra, esta técnica serve para monitorar os recursos limitados de alimentos, água, fontes de energia e recursos minerais. O sensoriamento ambiental é útil para previsão de tempo, monitoração e controle de poluição. roteamento de embarcações, previsão de tempestades e modelagem das tendências de longo prazo do clima e da estratosfera.

O sensoriamento remoto por satélite tem algumas características que o diferenciam de outros métodos, tais como facilidade de operação uma vez instalado; capacidade de atingir vários países sem entrar neles ou invadir seu espaço aéreo; capacidade de abordar grandes áreas em uma única "cena"; e capacidade de produzir um enorme fluxo de dados em forma digital, adequada para o processamento direto por computador.

O Land Remote Sensing Satellite - LANDSAT foi o primeiro satélite civil de observação da Terra e tem sido o sistema de sensoriamento remoto mais importante até o momento. De 1972, quando foi lançado o primeiro satélite da série LANDSAT, até 1979, o governo americano era proprietário e operador dos segmentos espaciais e de terra do sistema através da NASA.

Em 1979, a responsabilidade de operação do sistema foi passada para o Departamento de Comércio, através da National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA. Em parte a NOAA foi escolhida para operar o LANDSAT porque ela já era responsável pelos satélites meteorológicos dos EUA e tinha experiência em operá-los (DalBello, 1985, p.291). O objetivo último da transferência era, entretanto, facilitar a passagem dos segmentos de terra e espacial para o setor privado.

Até o momento, a política de distribuição dos dados dos satélites LANDSAT é de permitir a qualquer interessado o acesso a eles. Entretanto, a obtenção de informações a partir desses dados, que requer o desenvolvimento de metodologias específicas segundo a aplicação requerida e muitas vezes a utilização de equipamentos sofisticados, fica por conta do usuário.

Myers (1985, p.307) afirma que no início de 1984 o governo americano solicitou do setor privado propostas para a operação e privatização do sistema LANDSAT e de qualquer outro que o substituísse. Em agosto de 1984 foi apresentado um plano detalhado que delineava recursos, estrutura e atividades de uma Earth Observation Satellite Company - EOSAT. Esta empresa foi formalizada no segundo semestre de 1985 e deve se responsabilizar pela construção, operação e comercialização do satélite que se seguirá ao LANDSAT 5.

Segundo DalBello (1985, p.292), a transferência do LANDSAT para o setor privado deverá se dar em duas fases. Inicialmente o setor privado deverá somente comercializar dados do sistema, uma vez que a NOAA continuará sendo responsável pela sua manutenção e operação e pela coleta de dados. A segunda fase é uma transição de seis anos até que o

setor privado seja o proprietário e controlador do sistema de sensoriamento remoto. Durante esta fase a Secretaria do Comércio deverá contratar o setor privado para o desenvolvimento e para a operação do sistema que se seguirá ao LANDSAT e, finalmente, repassar para ele a sua propriedade.

Com a passagem do sistema LANDSAT para o setor privado, poderá haver uma descontinuidade no fornecimento das imagens. O último satélite da série, o LANDSAT 5, foi lançado em março de 1984 com uma vida útil estimada em três anos. O LANDSAT 6, que já deverá ser de propriedade da EOSAT, tem a sua primeira data de lançamento marcada para dezembro de 1988. Logo, se o LANDSAT 5 tiver uma vida útil aproximadamente igual à prevista, deverá haver uma interrupção no fornecimento das imagens por um período de cerca de dezenove meses. Para complicar a situação, o sistema de telemetria de transmissão e serviços do LANDSAT 5 falhou, estando em funcionamento o sistema de reserva. Se também este vier a falhar, o fornecimento das imagens poderá ser interrompido abruptamente.

Myers (1985, p.307) ressalta que a transferência do LANDSAT para o setor privado tem sido interpretada pelos países em desenvolvimento como uma reversão da política americana para o espaço, onde os EUA estão se tornando menos cooperativos nas atividades espaciais com os países em desenvolvimento e retirando parte da responsabilidade do governo pelas ações no espaço exterior.

A França também pretende estabelecer um sistema comercial de sensoriamento remoto, o Système Probatoire d'Observation de La Terre - SPOT. Os satélites SPOT deverão realizar órbitas a 832 km de altitude e foram projetados para proporcionar a cobertura de todo o planeta a cada vinte e seis dias. Estes satélites terão uma resolução maior que a do LANDSAT e podem registrar imagens semi-estereoscópicas que são particularmente úteis para mapeamento e interpretação geológica. Embora cada satélite deva ter uma vida útil de dois anos, o sistema tem uma vida assegurada de no mínimo dez anos. O lançamento do primeiro satélite SPOT ocorreu no dia 22 de Fevereiro de 1986.

Foi estabelecida uma empresa semiprivada para comercialização dos dados do sistema SPOT, a SPOTIMAGE. A SPOTIMAGE é altamente subsidiada, sendo que o governo francês bancou a compra e o lançamento do primeiro satélite, bem como todos os custos preliminares de pesquisa e desenvolvimento, e possui a grande maioria do capital da companhia (U. S. Congress, 1982, p.64). Deste modo, ela pode colocar seus produtos no mercado a um preço reduzido.

Segundo Voûte (1982, p.450), a "França pretende transformar seus programas de sensoriamento remoto por satélite em operações totalmente comerciais antes do final da década, por meio das quais não somente os custos de operação como também os investimentos iniciais possam ser cobertos pelas tarifas cobradas dos usuários".

A privatização e a exploração comercial dos sistemas de sensoriamento remoto por empresas privadas trazem à baila algumas questões como: se os dados coletados estarão disponíveis para que qualquer país possa adquiri-los em bases não-discriminatórias; se os limites de resolução dos satélites aumentarão ao ponto de fornecerem informações de valor militar e estratégico; se os governos atuarão como competidores dos sistemas privados; se o preço dos dados, que certamente serão mais elevados se fornecidos por empresas privadas, serão extorcivos; se as firmas terão condições de continuar realizando pesquisas para o melhoramento dos sistemas etc.

Além dessas questões ainda permanece a dúvida sobre a própria capacidade de auto-sustentação dessas empresas. "Apesar de existir um considerável interesse no sensoriamento remoto, não está claro se o setor privado poderia aceitar a total responsabilidade por um sistema completo de recursos da Terra" (U.S. Congress, 1982, p.222). A mesma publicação apresenta as razões de tal desconfiança: a) o mercado é bastante novo e indefinido; b) o governo é e deverá continuar a ser o maior usuário desses sistemas, e precisará concordar em comprar do setor privado, sem concorrer com ele; c) há possibilidade do aparecimento de outros sistemas subsidiados que tornariam uma empresa privada não-competitica no mercado internacional. O relatório conclui que "somente quando

os mercados forem suficientemente grandes, com os preços dos dados refletindo os custos reais de aquisição, pode-se esperar que o setor privado possua e opere sistemas de sensoriamento remoto".

Logsdon (1984b, p.76) afirma que "benefícios econômicos mensuráveis a partir do sensoriamento remoto, que possam se traduzir em retorno comercial para um operador do sistema, parecem estar bem distantes no horizonte, se realmente vierem a se materializar". O mesmo autor acredita que o futuro mais provável é que o governo ofereça serviços a custos modestos aos usuários. Afirma ainda que o pequeno número de satélites de sensoriamento remoto a serem lançados limita as possibilidades de empresas de sistemas de transporte realizarem lucros significantes colocando tais satélites em órbita.

No caso do sensoriamento ambiental, têm-se organizado sistemas na forma de serviços públicos, não havendo perspectivas de privatização desse tipo de serviço.

6.3 - SISTEMAS DE TRANSPORTE

Uma necessidade estimada de colocar vinte e cinco ou mais satélites de comunicação em órbita na década de noventa sugere uma oportunidade de aproveitamento privado desse mercado.

Esse mercado pode ser segmentado segundo Logsdon (1984b, p.72) em duas partes: um primeiro estágio de lançamento até uma órbita de baixa altitude e estágios de transferência até o posicionamento dos satélites em sua localização final.

Na década de setenta os EUA decidiram desenvolver um sistema de transporte para o espaço que fosse reutilizável. Desta idéia surgiu o "Space Shuttle". O governo americano decidiu então parar de usar os veículos lançadores não-reutilizáveis - ELVs - para que todos os lançamentos, incluindo os satélites de comunicações, utilizassem o Shuttle. Isto produziu um forte interesse do setor privado em explorar os lançamentos utilizando lançadores não-reutilizáveis. Segundo Marschall Jr. (1985, p. 206), "um crescente número de novas empresas tem sito estabelecido com o

objetivo expresso de desenvolver uma capacidade comercial de lançamento espacial". Por outro lado, o governo americano acreditou que a existência de uma indústria comercial viável de lançadores não-reutilizáveis poderia ajudar a vitalidade econômica dos EUA e prover o país de uma capacidade de lançamento mais robusta.

Em 16 de maio de 1983 foi lançada uma diretriz governamental neste sentido, estabelecendo que as plataformas de lançamento do governo e facilidades associadas estariam disponíveis para firmas privadas. Esta diretriz estabelecia que o governo americano não iria "subsidiar a comercialização dos ELVs, mas iria colocar um preço para o uso de suas facilidades, equipamentos e serviços compatível com o objetivo de encorajar atividades comercialmente viáveis de lançamento de ELVs" (Marshall Jr., 1985,p.208). Esta diretriz estabelecia ainda que o governo promoveria a concorrência interna e o setor seria objeto de pouca regulação governamental. Em 24 de fevereiro de 1984, o governo americano baixou uma ordem designando o Departamento de Transportes - DOT - para funcionar como agência encorajadora e facilitadora das atividades comerciais que envolvem os ELVs (Marshall Jr., 1985, p.207).

A ESA, buscando uma capacidade espacial indepentente optou pelo desenvolvimento de seu próprio lançador. "Ainda que a ESA pudesse já ter decidido desenvolver seu próprio lançador de qualquer maneira, um ímpeto para essa decisão foi a relutância dos EUA em lançar dois satélites de comunicação franceses/alemães ocidentais, chamados SYMPHONIE, devido à preocupação de que tais satélites pudessem competir economicamente com o INTELSAT. Os EUA finalmente concordaram em lançar tais satélites, uma vez que a França e a Alemanha Ocidental asseguraram que eles eram experimentais e não-operacionais. Porém, o incidente levantou a questão sob quais condições os EUA poderiam recusar-se a lançar satélites de outros países" (Smith, 1982, p.366). A ESA tomou então em 1973 a decisão de desenvolver o lançador não-reutilizável chamado Ariane. De 1973 para cá já foram desenvolvidas três séries dos lançadores Ariane, e a quarta série encontra-se em fase de desenvolvimento.

A ESA acredita que esses lançadores são competitivos com o Shuttle americano para certas classes de missões, especialmente aquelas de posicionamento de satélites em órbitas geoestacionárias. A França não só subsidia os custos do Ariane para torná-lo competitivo com o Shuttle, como também financia programas através dos quais o usuário não tem que pagar o custo total do lançamento até que o satélite esteja operando (e produzindo receitas), o que já fez com que, pelo menos, três empresas americanas cancelassem suas reservas no Shuttle, trocando-o pelo Ariane (Smith, 1982, p.369). A ESA criou em março de 1983 a ARIANESPACE, uma empresa subsidiada de caráter semi-estatal, destinada a vender os serviços do Ariane.

Deschamps (1985, p. 78), Secretário Geral da ARIANESPACE, afirma que o Ariane é especialmente adequado para a injeção automática de satélites de aplicação, sendo capaz de colocá-los em órbita geoestacionária com alto nível de precisão, o que pode permitir um ganho de vida útil do satélite até um ano, representando para o usuário uma economia entre doze e quinze milhões de dólares. Afirma ainda que os aspectos de segurança relacionados com os vôos tripulados não oferecem vantagens para o lançamento de satélites. Ressalta também a necessidade de contratação adicional, nestes casos, de sistemas de colocação do satélite em órbita geoestacionária a partir da órbita baixa, onde são deixados pelos sistemas tripulados.

Segundo Parkinson (1985, p.203) existe uma proposta francesa para a série 5 do Ariane, cujo primeiro estágio seria a oxigênio/hidrogênio, e de um veículo reutilizável, Hermes, para as cargas recuperáveis, o qual voaria acoplado ao lançador Ariane 5. O mesmo autor afirma que em nível mais avançado, a ESA está estudando a possibilidade de desenvolver um lançador semi-reutilizável para substituir o Ariane.

Entretanto, para o estabelecimento de empresas construtoras e operadoras de lançadores em bases totalmente comerciais, Logsdon (1984b, p.73) aponta várias dificuldades como as de definição do mercado e da capacidade de lançamento que terão o Shuttle e o Ariane, e as políticas de preço altamente subsidiadas que envolvem essas duas iniciati

vas. Até o final de 1988 será mantida para Shuttle a mesma política de preços adotada até o momento, a qual não reflete os custos totais de lançamento. Se por um lado o governo americano deseja encorajar a comercialização dos lançadores não-reutilizáveis, por outros interessa à NASA manter o Shuttle totalmente ocupado. Também o Ariane tem os preços de seus lançamentos subsidiados, não existindo previsão de quando terminarão esses subsídios, embora exista a intenção expressa de torná-lo um empreendimento totalmente comercial.

Logsdon (1984b, p.74) considera improvável que exista lugar para um negócio lucrativo, operado pelo setor privado, envolvendo os lançadores não-reutilizáveis. Ainda segundo este autor um relatório previu que, sem uma assitência governamental significativa, os EUA até 1990 terão perdido toda a sua capacidade de produção de lançadores não-reutilizáveis, ou seja, que as propostas para comercialização do Delta, Atlas Centauro e Titã estarão destinadas ao fracasso.

O relatório do U.S. Congress (1982, p.15) aponta ainda outras dificuldades para que o setor privado assuma a responsabilidade por esses sistemas de lançamento nos EUA: a) o governo é o maior usuário; b) o governo federal possui e controla as facilidades existentes; c) os investimentos iniciais são demasiado elevados se comparados com as receitas esperadas; d) as indenizações no caso de acidentes podem ser muito elevadas.

As empresas privadas têm considerado também o desenvolvimento de uma nova geração de lançadores de baixo custo. Entretanto, o tempo e os gastos envolvidos em tal empreendimento, associados aos atrasos governamentais e às complicações legais, têm impedido o seu andamento (U.S. Congress, p.244).

A passagem do Shuttle para o setor privado é outra hipótese que tem sido considerada. Entretanto, como o sistema ainda não está tecnicamente maduro, a NASA não recomenda que se considere esta questão por enquanto. Considerando ainda que o Shuttle é responsável por todos

os lançamentos do governo, mesmo os mais secretos, e que existe a possibilidade de, no máximo, cinco orbitadores virem a ser constuídos, é improvável que surjam oportunidades para o aproveitamento privado do empreendimento (Logsdon, 1984b, p. 75).

O segundo segmento, o de desenvolvimento de estágios de transferência de órbita, parece mais promissor do ponto de vista comercial. A McDonnell Douglas Astronautics desenvolveu e está comercializando uma família de equipamentos de transferência para pequenos satélites de comunicação, e uma oportunidade similar está aparecendo para cargas de médio e grande porte. A NASA já assinou um acordo com uma firma americana, Orbital Systems Corporation, no qual concorda em cooperar no desenvolvimento privado de um estágio de transferência de órbita a ser usado juntamente com o Shuttle, estágio este que a NASA não pretende desenvolver sozinha (Logsdon, 1984b, p.74).

6.4 - PROCESSAMENTO DE MATERIAIS NO ESPAÇO

O Processamento de Materiais no Espaço (MPS) é um conjunto de novas tecnologias projetadas para explorar as características peculiares do ambiente espacial que o tornam especialmente adequado à elaboração de determinados materiais. O MPS é um dos campos onde existe a expectativa de retornos financeiros para investimentos privados. As propriedades que fazem do ambiente espacial o lugar ideal para o processamento de certos tipos de materiais são: a) a disponibilidade ilimitada de radiação solar não-filtrada; b) a existência de um vácuo quase perfeito; c) uma faixa de temperaturas de -200 a +200 graus Fahrenheit; e, a mais importante d) a microgravidade, ou seja, uma ausência quase total de forças gravitacionais. Com exceção da microgravidade,estas propriedades podem ser reproduzidas em terra por longos períodos. A micrograviade , é, portanto, o fator que torna o MPS tão atrativo.

Variáveis de processo, tais como temperatura, composição e fluxo de fluidos, podem ser controladas de modo muito melhor em ambiente de microgravidade. Como resultado alguns materiais podem ser manufaturados no espaço com maior precisão e com menos defeitos. Este é o caso,

por exemplo, dos cristais semicondutores de Arseniato de Gálio, que podem ser utilizados para a produção de circuitos integrados; dos cristais para a produção de sensíveis sensores infravermelhos e de várias substâncias químicas para propósitos diversos, muitas delas com aplicações em medicina. Outros materiais, que não podem ser produzidos em terra, tornam-se possíveis no espaço. Este é o caso de alguns metais que podem ser solidificados no espaço em forma amorfa, sem que haja cristalização, resultando em produtos novos com propriedades exóticas (U. S. Congress, 1982, p.335). Até o momento,o processamento de materiais no espaço parece mais promissor para produtos farmacêuticos, componentes eletrônicos, equipamentos óticos e ligas metálicas.

Logsdon (1984b, p.76) afirma que a criação de uma vigorosa indústria de processamento no espaço geraria a necessidade de manutenção de equipamentos em órbita e de numerosas viagens ao espaço. No entanto, este tipo de processamento ainda está em um estágio embrionário de desenvolvimento.

Um experimento já desenvolvido de processamento de materiais no espaço é a chamada eletroforese de fluxo contínuo. A eletroforese é um processo de separação de substâncias orgânicas em seus constituintes. Os resultados obtidos com os experimentos realizados no Shuttle pela Ortho Pharmaceutical Corporation, uma divisão da Johnson & Johnson, juntamente com a McDonnell Douglas e em cooperação com a NASA, foram considerados animadores: conseguiu-se produzir setecentas vezes mais material com uma pureza cinco vezes maior que o produzido em terra (Beggs, 1985, p.87).

A 3M (Minnesota Mining & Manufacturing Co.) iniciou um programa de longo prazo na pesquisa de novos produtos e materiais a serem produzidos no espaço, enfocando principalmente produtos e filmes orgânicos (3M, 1984, p.65-67). Esta empresa pretende inicialmente produzir cristais orgânicos mais puros e homogêneos que aqueles conseguidos em terra. Os filmes devem ser obtidos através de um método conhecido como transporte físico de vapores. Com este método, o vapor gerado por um processo térmico atinge um substrato em cuja superfície se condensa. Se pro

duzido no espaço, o filme resultante é de maior pureza e cristalinidade, podendo ainda ser conseguido em camadas muito mais finas que aquelas formadas sob a ação de forças gravitacionais.

Outras empresas nos EUA estão discutindo com a NASA o estabelecimento de projetos de cooperação em pesquisa espacial, visando a obtenção de resultados que possibilitem novas oportunidades de retornos financeiros. A Tabela 6.1 relaciona as principais atividades industriais ligadas ao espaço, mostrando ainda o estágio dos entendimentos entre várias empresas e a NASA.

Até o momento, as experiências de processamento de materiais no espaço têm ocorrido a bordo do Shuttle, devendo esta situação prevalecer ainda por algum tempo. Uma vez constatada a viabilidade econômica da produção de alguns materiais, existem perspectivas de instalação de uma plataforma não-tripulada, onde ficariam os equipamentos de processamento, a qual seria visitada regularmente pelo Shuttle. Mais futuramente, isto deverá ocorrer a bordo de estações espaciais.

Entretanto, os resultados conseguidos até agora ainda não configuram o nascimento de um indústria de materiais no espaço. Deve-se notar que o estado nascente da tecnologia de MPS e a falta de mercados claramente definidos colocam esta atividade em uma categoria cujo aproveitamento seria de longo prazo, alto custo e alto risco, condições que a colocam fora do interesse e da capacidade financeira da maioria das empresas privadas. Segundo o U.S. Congress (1982, p.224), é ilusão esperar qualquer grande compromisso financeiro do setor privado até que a capacidade técnica e a viabilidade econômica das novas tecnologias de processamento no espaço tenham sido demonstradas, e, ao menos para o futuro próximo, a responsabilidade de provar a viabilidade técnica e econômica das novas tecnologias espaciais vai ficar por conta da ação do governo, sozinho ou juntamente com o setor privado.

Alguns outros fatores que diminuem o interesse do setor privado pelo investimento na área ainda devem ser considerados (U. S. Congress, 1982, p.225-226):

TABELA 6.1

ATIVIDADES RELACIONADAS AO ESPAÇO, CONDUZIDAS PELA INDÚSTRIA EM PARCERIA COM A NASA

CORPORAÇÃO	OBJETIVO COMERCIAL	ACORDO COM A NASA	ESTADO ATUAL
McDonnell Douglas (Ortho-Pharmaceuticals)	Producao de fármacos no espaço	JEA assinado em janeiro de 1980	4 vôos bem sucedidos
Micro-Gravity Research Associates	Producão de GaAs no espaço	JEA assinado em abril de 1980	primeiro vôo em 1985/1986
Fairchild Industries	Plataforma espacial não-tripulada para "leasing"	JEA assinado em agosto de 1983.	primeiro vôo em 1987
SPACECO	Instrumento de monitoração ambiental a ser levado pelo Shuttle	JEA assinado em janeiro de 1984	primeiro vôo em 1985
Orbital Sciences	Estágio de transferência de órbita	Acordo de cooperação (JEA) assinado em abril de 1983	primeiro vôo em 1986
John Deere	Pesquisa na formação de grafite (baixa gravidade)	TEA extendido	JEA é possível
Du Pont	Pesquisa em materiais catalíticos (baixa gravidade)	TEA assinado em junho de 1981	pesquisa completa
INCO	Pesquisa em galvanoplastia (baixa gravidade)	TEA assinado em agosto de 1981	em progresso
HONEYWELL	Pesquisa em crescimento de cristais de telureto de HgCd (baixa gravidade)	TEA assinado em fevereiro de 1983	em progresso
A. D. Little	Pesquisa em estocagem de sangue por longos períodos	MOU assinado em fevereiro de 1983	consórcio industrial sendo formado
C2 spacelines	Serviço de reserva para as cargas que ocuparão o shuttle	MOU assinado em fevereiro de 1984	
Space Industries	Instalações para "leasing" para indústrias espaciais	MOU assinado em fevereiro de 1984	JEA é possível
3M	Pesquisa em filmes finos, cristais orgânicos (baixa gravidade)	MOU assinado em janeiro de 1984	TEA sendo minutado
General Dynamics	Atlas/Centauro comercial	Acordo contratual	em negociação
Transpace Carriers	Delta comercial	Acordo contratual	submetida para exame pelo congresso

FONTE: Beggs (1985), p.87

JEA - Acordo de esforço conjunto

TEA - Acordo de cooperação técnica

MOU - Memorando de entendimento

a) Poucos investimentos atrativos - os processos e produtos sugeridos simplesmente não são atrativos. Algumas razões pelas quais eles não são atrativos são: altos riscos; necessidade de teste do processo no espaço; necessidade de produzir materiais em quantidades que não poderiam ser supridas pelo Shuttle; incerteza quanto à política de preços dos lançamentos do Shuttle, que hoje é subsidiada, e no final de 1988 deverá ser modificada.

b) Incertezas quanto ao valor do ambiente espacial - existe uma tendência na comunidade dos negócios em acreditar que tudo o que pode ser feito no espaço pode ser feito em terra; na realidade estão sendo desenvolvidos novas tecnologias que minimizam o efeito gravitacional.

c) Necessidade de investir muito em tecnologia (em terra) antes de partir para o segmento espacial.

d) Propriedade intelectual - nos EUA existe a diretriz de que as empresas que trabalham para o governo devem fazer relatórios periódicos detalhando o andamento dos trabalhos, o que vai contra os interesses das empresas de manter os resultados de seus desenvolvimentos em segredo.

Entretanto, Logsdon (1984b, p.77) acredita que numa perspectiva de dez a trinta anos o processamento de materiais no espaço seja a melhor perspectiva de conseguir lucros das atividades espaciais. Ele afirma, contudo, que nenhum investimento privado substancial deve fluir para a manufatura no espaço até que um programa de P&D produza resultados sugestivos de oportunidades reais, e que um programa desta natureza levaria alguns anos até produzir resultados regulares.

6.5 - PERSPECTIVAS DE INVESTIMENTO PRIVADO NO ESPAÇO

A inovação em tecnologia espacial apresenta algumas problemas específicos. Segundo Logsdon (1982, p.400), entre as características especiais deste tipo de inovação podem ser citados:

a) os custos de entrada são extremamente altos;

b) os riscos são mais elevados ou com características diferentes;

c) os órgãos governamentais controlam os meios de acesso ao espaço;

d) os órgãos governamentais provêem a infra-estrutura de suporte para as operações espaciais;

e) a indústria tem investido pouco de seus fundos de P&D em pesquisas espaciais;

f) os mercados para industrialização do espaço ainda estão para ser desenvolvidos; e

g) os interesses públicos dominam as atividades espaciais.

a Tabela 6.2 mostra algumas barreiras ao investimento em sistemas espaciais. Williamson (1985, p.211) afirma que os incentivos devem ser direcionados a essas barreiras, procurando diminuí-las e assim reduzir os riscos econômicos.

TABELA 6.2

BARREIRAS AO INVESTIMENTO NO ESPAÇO

TECNOLOGICAS	ECONÔMICAS	LEGAIS/POLÍTICAS
- Tecnologia incerta	- Alto custo para atingir o espaço[1]	- O governo controla o acesso[1]
- Os sistemas tendem a ser complexos.	- Incerteza quanto aos riscos de mercado	- Incerteza quanto à prioridade do programa espacial civil[1]
- Incerteza quanto ao ambiente espacial[1]	- Alto custo para desenvolver a tecnologia	

FONTE: Williamson (1985), p.212

([1]) Particular do ambiente espacial

Vários incentivos têm sido aplicados nos EUA para ultrapassar as barreiras mostradas na Tabela 6.2 e para reduzir os riscos do setor privado. Muitos podem ser aplicados às tecnologias espaciais. Alguns são apresentados a seguir, enfatizando os problemas e necessidades particulares dos EUA (Williamson, 1985, p.211):

a) Projetos de P&D realizados conjuntamente pela indústria e pelo governo - os retornos indiretos para a indústria de tecnologias desenvolvidas sob contratos para o governo manifestam-se sob a forma de "spin-offs", que são acidentais e não estão sob o controle das empresas. Uma maneira de garantir que as empresas participem do processo de inovação tecnológica é planejar e custear programas de P&D, nos quais o governo e a indústria trabalhem conjuntamente em projetos de interesse mútuo. Isto poderia reduzir o papel financeiro do governo e colocar uma maior parte dos custos de desenvolvimento em mão das empresas que terão lucro no final do processo.

b) Entidades designadas - uma maneira de envolver o setor privado no uso de tecnologia espacial é designar uma única entidade para comercializar tecnologias desenvolvidas pelo governo ou com fundos governamentais. Este esquema foi usado com sucesso no caso dos satélites de comunicação através da COMSAT e está sendo tentado para a comercialização de imagens LANDSAT através da EOSAT. A França também está fazendo isto através da ARIANESPACE e da SPOTIMAGE.

c) Benefícios fiscais - este benefícios poderiam se manifestar sob a forma de permissão para depreciação rápida, créditos para investimento de imposto devido, permissão para reduzir gastos com P&D etc. Uma das vantagens de utilizar benefícios fiscais é que eles envolvem um menor controle governamental.

d) Encorajamento de consórcios industriais - esta seria uma maneira formal de agregar recursos (financeiros, técnicos e físicos) e dividir responsabilidades entre as firmas participantes.

e) Acordo de Esforço Conjunto (JEA) e acordos relacionados - projetado pela NASA, o JEA tem por finalidade tornar possível um alto grau de cooperação entre governo e indústria. Ambas as partes arriscam capital e outros recursos para testar novos processos no espaço. A NASA proporciona o transporte e contribui com sua considerável experiência em trabalhar em ambiente espacial. A empresa desenvolve o equipamento necessário, realiza os testes em terra e a pesquisa teórica. O experimento precisa atender critérios de méritos técnicos e econômicos e contribuir para a inovação. Para tornar o acordo mais atrativo, a NASA permite que a companhia retenha os direitos sobre os resultados, principalmente aqueles que possam levá-la a uma posição privilegiada no mercado.

O conceito de JEA tem sido aplicado ateá agora somente para o processamento de materiais. Poderia ser usado ainda para:

a) Experimentos no Shuttle - em áreas de pesquisa predefinidas e com potencial para atender alguma necessidade nacional.

b) Serviços públicos - a NASA poderia trocar o lançamento por serviços de interesse público a serem realizados pelas empresas. Por exemplo, trocar o lançamento de satélites de comunicações pelo uso de parte de seus "transponders" para serviço público (ex.: telecomunicações rurais em programas de saúde e educação). Este arranjo reduziria o risco da empresa e proporcionaria um serviço de longo prazo para o bem público.

c) Pagamentos por "royalties" - este meio de cobrança pelos lançamentos poderia proporcionar um retorno substancial dos empreendimentos mais rentáveis e ao mesmo tempo deixaria de penalizar as empresas cujos negócios não corressem bem.

Williamson (1985, p.214) afirma que "ainda que alguma combinação dos incentivos acima possa ser necessária para estimular os investimentos no espaço, eles não são suficientes na falta de objetivos gerais claros e consistentes e de estratégias específicas para o programa espacial do governo". Entretanto, na opinião de Logsdon (1982, p.404), é muito difícil conseguir o estabelecimento desses objetivos e estratégias, uma vez que "os governos adotam políticas mais para remediar problemas correntes do que para atingir objetivos futuros".

A Tabela 6.3 mostra a situação dos principais empreendimentos civis no campo espacial em 1982. A Tabela 6.4 apresenta as maiores oportunidades para o envolvimento industrial nos sistemas espaciais antes do ano 2000. Nesta lista, a dependência dos serviços do Shuttle e componentes associados é grande. A Tabela 6.5 estende a lista de oportunidades até o ano 2020. Neste caso, existe a dependência de grandes plataformas espaciais, tripuladas e não-tripuladas. É importante salientar que, embora as oportunidades apareçam em vários pontos, espera-se que a maioria dos sistemas continue a ser desenvolvida e operada pelo governo, que, dentro de um futuro previsível, deverá continuar a ser o maior proprietário deles.

TABELA 6.3

ESTADO DAS PRINCIPAIS UTILIZAÇÕES CIVIS DO ESPAÇO (1982)

APLICAÇÃO	ESTADO (1982)
COMUNICAÇÕES	
Ponto a ponto	. International Telecommunications Satellite Organization (INTELSA) criada em 1964 para telefonia de longa distância e comunicações por vídeo; conta com 106 membros em 1982.
	. Primeiro satélite geoestacionário, INTELSAT (Early Bird) lançado em 1965
	. URSS lança o primeiro satélite de comunicações domésticas em 1965 e cria a rede Intersputinik em 1971.
	. Satélites agora são usados para comunicações domésticas ou regionais em vários países, por exemplo EUA, Canadá, URSS, Europa, Japão, India, Indonésia; outros países arrendam canais INTELSAT para uso doméstico.
	. Internacional Maritime Satellite Organization (INMARSAT) criada em 1981 para comunicações barco-terra, ao nível mundial.
Teledifusao direta	. Nos EUA, várias firmas privadas do setor têm pedido permissão para desenvolver satélites para transmissão direta por TV a serem utilizados na metade da década de 1980.
	. Satélites para teledifusão direta também estão sendo desenvolvidos na Europa Ocidental e Japão.
Navegação	. Satélites desenvolvidos pelo Departamento de Defesa dos EUA têm estado disponíveis para uso civil.
OBSERVAÇÃO DA TERRA	
Meteorologia	. Tanto satélites geoestacionários como satélites de órbita baixa polar são utilizados para monitoração contínua dos padrões atmosféricos.
	. EUA, URSS, Europa, Japão operam satélites meteorológicos.
	. Os dados dos satélites meteorológicos são compartilhados ao nível mundial.
Sensoriamento Remoto	. Os EUA lançavam o satélite experimental LANDSAT-1 em 1972; os LANDSAT-2 e 3 foram lançados no final dos anos setenta.
	. O LANDSAT-4, com uma nova geração de sensores foi lançado no verão de 1982 (1).
	. Como comercializar os produtos de sensoriamento remoto tem sido objeto de um longo debate nos EUA.
	. URSS conduz experimentos de sensoriamento remoto nas estações espaciais Salyut e em satélites não tripulados.
	. A França está desenvolvento o satélite SPOT para ser landado em 1984 (2); criou a firma SPOTIMAGE para vender serviços comerciais de sensoriamento remoto.
	. European Space Agency está desenvolvendo um satélite para ser lançado em 1987.
	. O Japão está com concentrando esforços em um satélite de observação de oceanos a ser lançados em 1986, deverá ser seguido por um satélite de observação da terra.

(continua)

Tabela 6.3 - Conclusão

APLICAÇÃO	ESTADO (1982)
PROCESSAMENTO DE MATERIAIS	
EUA	. Experimentos desde o início da década de 1970; sequência de experimentos planejada para o Shuttle e o Spacelab.
	. Empreendimento comercial em fármacos; experimento bem sucedido (no Shuttle) em junho-julho de 1983; espera-se produção comercial no final da década de 1980.
	. Outras firmas comerciais começam a mostrar interesse em processamento no espaço (3).
República Federativa da Alemanha	. Terá responsabilidade primária por experimentos de processamento de materiais no primeiro vôo do Spacelab em 1984; um vôo do Spacelab dedicado à Alemanha Ocidental, enfocando ciência dos materiais e perspectivas comerciais está marcado para 1984 (4).
URSS	. Tem conduzido experimentação extensa na Salyut 6; planos para fábricas em órbita têm sido discutidos publicamente.
Japão	. Programa ativo em ciência dos materiais, destinado a esforços comerciais dentro de uma década ou mais no futuro.
TRANSPORTE PARA O ESPAÇO	
Shuttle	. O Space Shuttle dos EUA foi declarado operacional em julho de 1982; venderá serviços de lançamento ao setor privado e outros governos; debate-se sobre como comercializar os serviços do Shuttle e a operação rotineira das naves.
Ariane	. European Space Agency sob a liderança francesa desenvolve uma família de veículos lançadores não reutilizáveis; uma firma dominada pela França, Arianespace, criada para comercializar os lançamentos do Ariane ao nível mundial.
Esforços Privados	. Vários empreendimentos privados, particularmente nos EUA mas também na Alemanha Ocidental, têm planos para comercializar serviços de lançamento.

FONTE: Logsdon (1982), p.395

(1) O satélite LANDSAT-5 foi lançado em março de 1984.

(2) O primeiro satélite SPOT foi lançado em 22 de fevereiro de 1986.

(3) Vide Tabela 6.1.

(4) Este vôo foi efetivamente realizado.

TABELA 6.4

POTENCIAL PARA O INVESTIMENTO PRIVADO ANTES DO ANO 2000 (MAIO DE 1985)

APLICAÇÕES	SISTEMAS/SERVIÇOS	NOTAS
Transporte	Lançadores não reutilizáveis	antes de 1980; Ariane já em operação
	Shuttle . Operações de terra . Comercialização . Privatização	 antes de 1985 antes de 1985 depois de 1990
	Estágios Superiores	já sendo comercializados e desenvolvidos
Comunicações	Sistemas de 30/20 GHz Grandes plataformas de comunicações Manutenção à distância	por volta de 1988 depois de 1990 depois de 1995
Sensoriamento Remoto (ativo e passivo)	Sensoriamento remoto da terra em geral	1985 (SPOT) [1], seguido por sistemas dos EUA
	Plataformas especialmente destinadas à exploração mineral, planejamento do uso da terra, avaliação de colheitas	depois de 1985
	Meteorológicos (sistemas especialmente destinados a advertência)	depois de 1990
Materiais Processamento no espaço	Fornos, módulos de processamento	1985
Novos materiais para estruturas espaciais		já sendo desenvolvidos
Estruturas	Pequenas plataformas com várias finalidades para manufatura e teste (órbita baixa)	já sendo desenvolvidas
	Plataforma em órbita geoestacionária (comunicações, sensoriamento remoto)	depois de 1990
Potência para Sistemas espaciais	Pequenos sistemas fotovoltáicos	hoje
	Grandes sistemas fotovoltáicos	1995
	Sistemas termo-elétricos	1995
Navegação	Pequeno sistema com propósito espacial	1990

FONTE: Williamson (1985), p. 211

(1) O satélite SPOT foi lançado em 22 de fevereiro de 1986.

TABELA 6.5

POTENCIAL PARA O INVESTIMENTO PRIVADO NO PERÍODO DE 2000 A 2020

APLICAÇÕES	SISTEMAS/SERVIÇOS	NOTAS
Transporte	Segunda geração do Shuttle: comercialização, operações de terra, privatização e estágios superiores	por volta de 2000
	Veículos de transferência de órbita	por volta de 2000
	Velas solares	por volta de 2010
Comunicações	Segunda/terceira gerações dos sistemas de 20/30 GHz	por volta de 2000
Sensoriamento Remoto	Plataformas geoestacionárias	por volta de 2000
Materiais	Construção de larga escala no espaço	por volta de 2010
	Mineração/Processamento em base lunar	por volta de 2020
Estruturas	Grandes estruturas espaciais	por volta de 2010
Fornecimento de potência no espaço	Sistemas fotovoltáicos avançados	por volta de 2000
	Sistemas térmicos e nucleares avançados	por volta de 2010

FONTE: Williamson (1985), p.211.

O que parece certo é que a infra-estrutura para o aproveitamento do espaço, vital para a sua utilização comercial, deve ser proporcionada pelo governo. Segundo Glenn Jr. (1983, p.94), sem o investimento federal na infra-estrutura da indústria espacial, as firmas americanas seriam facilmente deixadas para trás. O relatório do U.S. Congress (1982, p.28) afirma ainda que os altos riscos e custos relacionados com as aplicações no espaço não podem ser assumidos sozinhos pelo setor privado, e nem seria desejável que o governo assumisse todas as atividades espaciais, sendo que dentro de um futuro previsível as responsabilidades ainda deverão ser divididas entre o setor público e o setor privado. Assim, Hazelrigg e Hymowitz (1985, p.193) mostram que, mesmo no caso dos satélites de comunicações, onde a aplicação comercial já era conhecida há mais de vinte anos antes de sua efetiva implantação, enquanto não foi estabelecida pelo governo a infra-estrutura necessária, o setor privado não se decidiu pelo seu aproveitamento comercial.

Apesar de todo o esforço que se tem feito, ainda não foi conseguida a privatização almejada. Os satélites de comunicações continuam sendo o único caso concreto que possibilita a obtenção de retornos sobre os investimentos realizados no espaço. Os maiores estímulos no sentido de conseguir uma maior privatização estão concentrados nos EUA e na França. O governo americano está tentando forçar a comercialização em algumas áreas, como no caso do sensoriamento remoto, através da retirada do suporte governamental para alguns programas. A Europa Ocidental e particularmente a França estão criando empresas semiprivadas para a comercialização de algumas alternativas, como é o caso da SPOTIMAGE e da ARIANESPACE. Entretanto, nem os EUA conseguiram repassar totalmente outras aplicações que não os satélites de comunicações para o setor privado, nem a França conseguiu ainda retirar o subsídio de suas empresas. No caso americano em especial, até 1982 não se havia conseguido ainda estabelecer padrões de cooperação entre os setores governamental e não-governamental que possibilitassem um uso mais intenso da tecnologia espacial (Logsdon, 1982, p.399).

A idéia de que a comercialização do espaço seria um acontecimento natural a se efetivar a curto prazo parece ter sido um excesso de otimismo daqueles que a preconizaram. Hoje existe, até mesmo, a falta de idéias específicas e viáveis para atividades que possibilitem uma recompensa econômica substancial e possam ser realizadas dentro da infra-estrutura existente. Deste modo, Miles e Schwarz (1982, p.473) afirmam que a se julgar pela limitada demanda comercial por lugares a bordo do Shuttle, excluindo as até então regulares solicitações para lançamentos de satélites de comunicações, parte do entusiasmo pela industrialização do espaço parece ter sido gerado prematuramente, se não artificialmente.

No entanto, um número crescente de países está utilizando sistemas espaciais com objetivos variados, e estes estão se tornando indispensáveis em alguns usos, como é o caso das chamadas telefônicas transcontinentais, previsões meteorológicas, operações militares, pesquisa astronômica e atmosférica, transmissões de TV ao vivo etc. São muitos os países que estão se interessando em comprar seus próprios sistemas, tanto o equipamento espacial quanto as estações terrenas.

O crescente interesse pelo espaço traz à baila algumas questões legais, como o direito de transmitir informações através de fronteiras políticas, o direito dos países não serem escrutados por satélites de sensoriamento remoto, ou ainda o direito sobre as órbitas geoestacionárias. Por outro lado, cria um mercado composto pelos países sem capacidade de produção, mas em condições de comprar seus próprios sistemas, o que gera a expectativa de retornos comerciais pelo atendimento desses mercados.

A utilização do espaço pode ser hoje considerada irreversível, e os mercados para os artefatos espaciais e para as estações terrenas estão em crescimento. Por outro lado, estão aparecendo novas aplicações que dentro de algum tempo poderão se tornar comerciais. Entretanto, a viabilidade comercial do espaço não deve ser esperada a curto prazo. Logsdon (1984b, p.72) afirma que se pode esperar entre dez e cinqüen

ta anos até que uma outra indústria espacial que não a de satélites de comunicação esteja totalmente desenvolvida.

Deste modo, mesmo quando consideradas as perspectivas de utilização de sistemas espaciais pelos países desenvolvidos, o que se espera é que os retornos comerciais pela utilização do espaço somente apareçam após a virada do século. Entretanto, o desenvolvimento de uma capacitação tecnológica no setor espacial é lento e custoso, e aqueles países que têm interesse em que suas indústrias venham a fazer parte desse mercado deverão o quanto antes promover a sua entrada e/ou continuação na pesquisa e no desenvolvimento de sistemas e aplicações espaciais.

CAPÍTULO 7

SUMÁRIO DAS PRINCIPAIS IDÉIAS

7.1 - CONCLUSÕES

A seguir são apresentadas algumas conclusões e tecidos alguns comentários a respeito dos aspectos mais relevantes dos programas espaciais e que foram levantados ao longo deste estudo.

1) Os programas de Desenvolvimento de Sistemas Espaciais -PDSEs- tiveram nos países mais desenvolvidos no setor um papel central da unificação das políticas tecnológica e industrial. A diretriz de realizar os programas através de contratos com a indústria e buscar empresas ou consórcios de empresas que assumissem a condição de contratadas principais, cumprindo as funções de gestão e integração dos sistemas, fez om que estes programas incorporassem a tecnologia espacial à indústria de ponta, estruturando uma rede de fornecedores para os sistemas espaciais. Esta rede serve de base para empreendimentos internacionais de cooperação industrial e para atuar no mercado mundial.

2) Obviamente estes programas não vivem num vácuo institucional, e os países que conseguiram maior sucesso no setor o fizeram através de agências especializadas - as agências espaciais. Estas agências são as principais instituições governamentais a formular e dirigir estes programas e promovê-los junto à opinião pública, classe política e burocracia do executivo. À medida que os programas espaciais exigem uma enorme e custosa infra-estrutura para sua implementação, as agências espaciais assumem as funções operacionais de implantá-la e operá-la. Quanto ao desenvolvimento e à absorção de tecnologia, elas têm um papel que varia conforme amadurece a competência industrial para cada tipo de sistema espacial. Nas fases iniciais, quando se está experimentando uma nova concepção, a agência tem um papel abrangente, chegando a assumir a gestão e integração dos sistemas completos e a participar diretamente do desenvolvimento da tecnologia. À medida que a indústria

amadurece, assume progressivamente a gestão e integração dos sistemas, chegando até a prestar serviços de concepção de novos sistemas para as agências espaciais. Estas têm ainda como função formular e articular a implementação de outras medidas de apoio ao setor, que são de grande importância na estruturação da oferta e na formação e ampliação do mercado.

3) Da mesma forma que não atuam num vácuo institucional, os programas espaciais também não se realizam num vácuo industrial. Ao contrátio, eles se apóiam na indústria de ponta de um país, notadamente os setores de aeronáutica, telecomunicações, informática e bélico. Em geral, as principais contratadas, responsáveis pela gestão e integração dos sistemas completos, atuam em um ou vários destes setores. Os grupos industriais que concentram a maior parte dos contratos de espaçonaves e lançadores em geral são diversificados e de grande porte, e o setor espacial engloba apenas uma pequena parcela de suas atividades. No que diz respeito ao segmento solo, o mercado é mais aberto e competitivo, com participação, basicamente, de empresas ligadas aos setores de telecomunicações e informática. É preciso acrescentar que as principais empresas que atuam em cada segmento do mercado foram contratadas principais junto aos programas de desenvolvimento de sistemas espaciais em seus países e regiões de origem.

4) Como consequência dos programas de desenvolvimento de sistemas espaciais ocorre um conjunto de efeitos econômicos indiretos, os quais se tornaram conhecidos em razão de estudos promovidos pela NASA e ESA. Estes efeitos se verificam em níveis nacional, setorial e das firmas individuais. Neste último caso eles podem ser agrupados em efeitos tecnológicos, comerciais, sobre recursos humanos e sobre organização e métodos. Naturalmente estes efeitos dependem das diretrizes tecnológico-industriais dos programas. No caso dos países mais desenvolvidos no setor, as principais contratadas são as maiores beneficiárias desses efeitos, tendo um papel importante na sua difusão, por se tratar de grandes grupos muito diversificados. A magnitude e natureza destes efeitos são, é claro, afetadas também pelo volume de recursos

envolvidos nos programas e pelos ramos de atividade das empresas. Contudo, o governo pode ter uma influência importante sobre estes efeitos através de suas políticas de compras, de propriedade industrial e patentes, de disseminação de informação etc.

7.2 - COMENTÁRIOS FINAIS.

Através deste trabalho fez-se um levantamento de características dos programas espaciais e de modos, consequências e perspectivas de seu envolvimento com o setor industrial. Nestes comentários finais pretende-se tecer algumas considerações sobre a situação brasileira. Eles levantam alguns pontos considerados relevantes, os quais deverão ser estudados com o desenrolar do programa espacial brasileiro. Estes comentários, longe de serem exaustivos, tocam apenas alguns dos pontos que serão objeto de uma análise mais detalhada nos relatórios que se seguirão a este.

Para um país como o Brasil, o potencial de utilização do espaço é enorme. Contudo, o aproveitamento deste potencial não pode ser pensado sem levar em conta a necessidade de um esforço contínuo de P&D para se manter um dia com as alternativas emergentes e para ser capaz de implementá-las.

Em particular, o recente debate sobre a "comercialização do espaço", embora demasiado especulativo nas suas conclusões sobre as possibilidades de ocupação do espaço a curto prazo por empreendimentos comerciais, revela um fenômeno de fundo cujo desenrolar será mais longo, mas que é bastante provável. Neste processo, desde já emergem obstáculos para o melhor aproveitamento pelo Brasil dos recursos espaciais, sob a forma de modificações nas políticas de preços e serviços. Mas surgem, também, novas oportunidades que bem aproveitadas poderão facilitar ao País a formação de uma capacidade industrial espacial. É o caso, por exemplo, da possibilidade de absorver tecnologia através de programas de desenvolvimento dos sistemas espaciais em conjunto com países mais desenvolvidos, como já foi feito, por exemplo,no

caso do programa AMX da Embraer. Evidentemente, para tal será necessário ao País criar uma capacitação industrial espacial mínima.

Se o Brasil optar, como parece ter sido feito ao incluir o objetivo de participação industrial no programa da MECB, pelo desenvolvimento de uma capacidade industrial espacial própria, então imediatamente ganham relevância um conjunto de questões relacionadas com:

a) a obtenção de tecnologia espacial e sua incorporação a uma rede estruturada de fornecedores industriais de sistemas espaciais;

b) a formação e ampliação do mercado brasileiro para esta indústria; e

c) as iniciativas para melhorar as possibilidades de sua participação no mercado internacional.

Estas questões podem parecer prematuras, mas o exemplo europeu é lapidar em demonstrar o papel da cooperação internacional, mesmo em fases iniciais de formação desta indústria. Além disto, estas não são preocupações prematuras se o País tem intenção de implantar uma capacidade industrial espacial até o final do século.

No que toca à questão de organizar uma oferta interna de sistemas espaciais, será necessária a realização de PDSEs articulados com reais necessidades nacionais e com uma bem conduzida política tecnológico-industrial. De imediato, a MECB deve ser orientada de forma a contribuir o máximo possível para a capacitação de fornecedores nacionais de equipamentos e serviços. Se possível, o ideal seria a MECB contribuir para associar a capacidade de gestão e integração de sistemas espaciais que está sendo adquirida a uma capacidade industrial e financeira consolidada.

Neste ponto é imprescindível que os órgãos executores diretos da MECB - INPE e IAE - disponham de flexibilidade e presteza administrativa para selecionar e contratar as empresas que apresentem

as melhores condições de alcançar os níveis de qualidade do setor espacial. Quando se trata de contratar empresas para o desenvolvimento de sistemas espaciais, é muito difícil seguir todos os trâmites burocráticos tradicionais, sendo quase inviável, por exemplo, estabelecer um edital preciso e convocar uma licitação nos moldes tradicionais. Além disto, é necessária uma grande facilidade para a contratação e venda de serviços por parte destas entidades. Há um constante fluxo de serviços de assistência técnica, testes, ensaios, análises, assessoria etc. entre os órgãos responsáveis e as empresas que estão se qualificando, através da participação do projeto, para se tornar futuras fornecedoras. Além disto, há o problema adicional de manter nos órgãos executores especialistas em quantidade e qualidade suficientes para a formulação e execução de novos PDSEs.

Estes novos PDSEs são um ponto essencial para que a indústria tenha oportunidade de evoluir em direção a sistemas mais próximos dos comercializáveis. Além disto, para cada tipo de missão em comunicações, sensoriamento remoto, meteorologia etc. os sistemas são bem diferenciados entre si.

A definição das missões destes novos PDSEs leva à questão da formação e ampliação do mercado interno de sistemas espaciais. O governo brasileiro já dispõe hoje de um sistema de satélites, representado pelo sistema doméstico da TELEBRÁS. Da mesma forma, o próprio governo opera a recepção e disseminação de dados de satélites meteorológicos e de sensoriamento remoto. Com a MECB, o Brasil disporá de dois satélites de fabricação nacional de sensoriamento remoto. Porém, com o aperfeiçoamento da tecnologia espacial e com a especialização dos sistemas para monitoramento de florestas, observação dos sistemas para monitoramento de florestas, observação dos oceanos, transmissão direta de TV etc., surgirão oportunidades para outras organizações públicas e privadas no País fazerem uso de satélites artificiais.

Caberá um papel decisivo ao governo brasileiro de orientar a demanda pública e privada para a indústria nacional. Previamente, os novos programas de desenvolvimento de sistemas espaciais deverão

ser orientados com alguns anos de antecedência para permitir a existência de uma indústria capacitada a atender às necessidades emergentes. Naturalmente, o governo deverá também assumir a responsabilidade de acelerar a introdução dessas novas tecnologias na sociedade, promovendo a exploração sistemática do potencial de aplicações científicas, econômicas e sociais dos sistemas espaciais, potencial este que está longe de ser adequadamente aproveitado e até mesmo conhecido.

Finalmente, o setor espacial apresenta possiblidades amplas de cooperação internacional. O poder de compra do governo pode ser usado como instrumento de barganha para associar uma indústria nacional promissora a grandes grupos internacionais, permitindo a absorção de tecnologia pela empresa nacional. Pelo lado da abertura de novos mercados, a proximidade física com os demais países da América Latina cria condições geográficas ótimas para a exploração conjunta de sistemas espaciais. O Brasil, com sua crescente experiência de construir e operar sistemas espaciais em suas condições de país de terceiro mundo, poderá viabilizar empreendimentos de integração latino-americana para uso comum de sistemas e infra-estrutura espaciais, contribuindo para fortalecer a indústria nacional.

É, portanto, chegada a hora de começar a pensar na estratégia de longo prazo para o setor espacial. Não só é um setor com grande potencial de aplicações interessantes ao País, como também é um setor onde o conhecimento tem um caráter central, podendo desempenhar um papel pioneiro e contribuir para o desenvolvimento de amplos setores da indústria de ponta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, F.W. *Orders of magnitude: a history of NACA and NASA 1915-1980*. Washington, D.C., NASA, 1981. (NASA-SP-4403).

AUGER, P. Recherches spatiales et progrès technique. In: *Aspects économiques et sociaux du progrès technique et de la recherche scientifique*. Paris, Dunod, 1964, p. 1-17.

AVIATION WEEK AND SPACE TECHNOLOGY (AWST). New York, v. 120, nº 11, mar. 1984. 282p.

BEGGS, J.M. The challenge of the US space satation. *Space Policy*, 1(1): 85-90, Feb. 1985.

BRACHET, G. Les Télécommunications par satellite. *Futuribles*, (38): 13-21, nov. 1980.

BRENDLE, P.; COHENDET, P.; TOURNEMINE, R.L. L'impact économique des projets spaciaux européens. *Futuribles*, (38): 67-86, nov. 1980a.

BRENDLE, P.; COHENDET, P.; HERAUD, J.A.; TOURNEMINE, R.L.; SCHMIED, H.; VITRY, D.; ZUSCOVITCH, E. *Economic benefits of ESA contracts*. Strasbourg, Université Louis Pasteur, 1981. v.2.

_____ *Les effets économiques induits des contrats de l'ESA*. Strasbourg, Université Louis Pasteur, 1980b. v.4.

BRUNT, P.; NAYLOR, A.I. Telecommunications and space. *Futures;* the journal of forescasting and planning, 14(5): 417-434, Oct. 1982. Special Issue on Space - past, present, and future.

DALBELLO, R. The land remote sensing commercialization act of 1984. *Space Policy*, 1(3): 289-297, Aug. 1985.

DENVER RESEARCH INSTITUTE (DRI). *Space Benefits;* the secondary applications of aerospace technology in others sectors of the economy. Washington, DC, NASA, 1981.

DESCHAMPS, R. Arianespace. *Les Cahiers Français*, (206-207): 119-122, 1982.

_____ Ariane in the world launch vehicle market. *Space Policy*. 1(1): 76-81, Feb. 1985.

DONDI, G. The competitiviness of european space industry. *ESA Bulletin*, (22): 34-39, 1980.

——— The outlook for world space expenditure. *ESA Bulletin*, (37): 98-102, 1984.

——— *Space acitivites in the eighties*. Paris, ESA, 1981a. v.1.

——— 1981b. v.2.

——— 1981c. v.3.

DUPAS, A. *La lutte pour l'espace*. Paris, Éditions du Seuil, 1977.

GLENN Jr., J.H. The next 25: agenda for the U.S. *IEEE Spectrum*, 20(9): 91-95, Sept. 1983.

HAZELRIGG, G.A.; HYMOWITZ, M.E. Space commercialization. *Space Policy*, 1(2): 187-201, May 1985.

HEISS, K.P. Economic potencial of european space programs initiatives in the 1980s: the need for large scale initiatives. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON ECONOMIC EFFECTS OF SPACE AND OTHER ADVANCED TECHNOLOGIES, Strasbourg, 28-30, Apr. 1980. *Proceedings*. Noordwijk, Netherlands, 1980, p.207-217. (ESA SP-151).

HERTZFELD, H.R. The impact of NASA research and development expenditures on technological innovation and the economy. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON ECONOMIC EFFECTS OF SPACE AND OTHER ADVANCED TECHNOLOGIES, Strasbourg, 28-30, Apr. 1980. *Proceedings*. Noordwijk, Netherlands, 1980, p.81-94. (ESA SP-151).

LEBEAU, A. Space activities and economic forces. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON ECONOMIC EFFECTS OF SPACE AND OTHER ADVANCED TECHNOLOGIES, Strasbourg, 28-39, Apr. 1980. *Proceedings*. Noordwijk, Netherlands, 1980, p. 21-34. (ESA SP-151).

LEVINE, A. S. *Mananing NASA in the apollo era*. Washington, DC, NASA, 1982. (NASA SP-4102).

LOGSDON, J.M. The evolution of civilian space exploitation. *Futures; the journal of forecasting and planning*, 14(5): 393-404, Oct. 1982. Special issue on space - past, present, and future.

LOGSDON, J.M. *Long range planning in the National Aeronautics and Space Administration.* s.e., National Science Foundation/Division of Policy Research and Analysis, Mar. 1984a.(PRA 8407395).

——— Space commercialization: how soon the payoffs? *Futures;* the journal of forecasting and planning, 16(sf): 71-78, Feb. 1984b.

LUNDBERG, D. Inmarsat: a satellite safety net for seafarers. *Space Policy,* 1(3): 318-322, Aug. 1985.

LUST, R. Europe's Future in space. *ESA Bulletin,* (44): 8-15, 1985.

LUTON, J.M. La politique spatiale française. *Les Cahiers Français,* (206-207): 89-96, 1982.

MARSHALL Jr., H.R. US space commercialization - effects on the space law and domestic law. *Space Policy,* 1(2): 204-210, May 1985.

MIGNOT, M.N. Place de l'espace dans un group industriel. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON ECONOMIC EFFECTS OF SPACE AND OTHER ADVANCED TECHNOLOGIES, Strasbourg, 28-30, Apr. 1980. *Proceedings.* Noordwijk, Netherlands, 1980, p. 169-171. (ESA SP-151).

MILES, I; SCHWARZ, M. Alternative space futures: the next quarter-century. *Futures;* the journal of forecasting and planning, 14(5): 462-482, Oct. 1982. Special Issue on Space-past, present and future.

MILLIKEN, J.G.; MORRISON, E.J. *Aerospace management techniques:* commercial and governmental applications. Washington, DC, NASA, 1971. (NASA CR-124728).

MOLETTE, P.; COUGNET, C.; SAINT-AUBERT, PH. Technical and economical comparison between a modular geostationary space platform and a cluster of satellite. *Acta Astronautica,* 12(11): 771-784, Dec. 1984.

MYERS, D. S. Remote sensing of natural resources. *Space Policy,* 1(3): 298-310, Aug. 1985.

NASA. Public Affairs Division. *This is NASA.* Washington, DC, 1979. (NASA EP-155).

NOVOS SATÉLITES: a luta pelo espaço. *Telebrasil*, 7(5): 52 set./out. 1985.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *Politiques nationales de la science: Etats-Unis*. Paris, 1968.

PARKINSON, R.C. The future of launch vehicles. *Space Policy*, 1(2): 202-204, May 1985.

PERRY, T.S. Commercialization: high time for profits? *IEEE Spectrum*, 20(9): 49-55, Sept. 1983.

ROTHWELL, R; ZEGVELD, W. Towards a coherent reindustrialization and technology policy. In: ——— *Reindustri* alização *and Technology*. Harlow, UK, Longman, 1985. cap. 7, p. 252-270.

SCHNEE, J.E. Government programs and the growth of high-technology industries. *Research Policy*, 7(2): 2-24, 1978.

SCHWARZ, M. European policies on space science and technology 1960-1978. *Research Policy*, 8(8): 204-243, 1979.

SCHWARZ, M.; STARES, O. Perspectives on 25 years of space development. *Futures;* the journal of forecasting and planning, 14(5): 346-352, Oct. 1982. Special issue on Space - past, present, and future.

SIMON, A. L'industrie spatiale française. *Les Cahiers Français*, (206-207): 102-107, 1982.

SMITH, M.S. The first quarter-century of spaceflight. *Futures;* the journal of forecasting and planning. 14(5): 353-373, oct. 1982. Special issue on space - past, present, and future.

3M seeks new materials, processes. *Aviation Week and Space Technology*, 120(26): 65-73, June 1984.

UK SPACE CENTRE. *Space Policy*, 1(2): 221, May 1985.

U.S. CONGRESS. Office of Technology Assessment. *Civilian space policy and applications*. Washington, DC, 1982. 391 p. (OTA-STI-177).

VANNOY, J.K.; GARCIA-OTERO, F.; JOHNSON, F.D. *NASA technology utilization program:* the small business market. Washington, D.C., NASA, 1980. (NASA CR-168447).

VOÛTE, C. Space for whom? *Futures;* the journal of forecasting and planning, 14(5): 448-459, Oct. 1982. Special issue on space - past, present, and future.

WILLIAMSON, R.A. Commercialization of space - the investment opportunities. *Space Policy*, 1(2): 210-214, May 1985.

——— The industrialization of space: prospects and barriers. *Futures;* the journal of forecasting and planning, 14(5): 406-416, Oct. 1982. Special issue on space - past, present, and future.