

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS  
Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas

**Dissertação**

*Avaliação do Sistema Nacional de Desenvolvimento  
das Atividades Espaciais*

*por*

Ludmila Deute Ribeiro

*Professor Orientador Acadêmico*

*Dr. Bianor Scelza Cavalcanti*

Rio de Janeiro, 06 de novembro de 2007



*Ao meu marido, Ciro,  
e à minha filha, Lygia,  
que me incentivaram a elaborar esse trabalho.*

## **Agradecimentos**

Aos gerentes e técnicos da Agência Espacial Brasileira (AEB), pelas informações prestadas, essenciais ao entendimento dos problemas que afetam a política espacial brasileira. A eles, meu agradecimento especial.

Aos gerentes e técnicos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por terem franqueado meu acesso às reuniões internas e aos documentos produzidos em seu planejamento estratégico.

Aos gerentes e técnicos do Comando Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA), pelas longas entrevistas sobre os aspectos organizacionais e técnicos relativos ao desenvolvimento do veículo lançador brasileiro.

Aos representantes das demais instituições integrantes do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), pelo tempo e esforço de reflexão para elaborar respostas aos meus questionamentos.

Ao meu orientador, Professor Bianor Scelza Cavalcanti, Diretor da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas (EBAPE), pelas muitas horas do seu precioso tempo dedicadas à leitura de meus manuscritos e à sugestão de alterações importantes.

Muito obrigada.

## **Resumo**

O acidente com o terceiro protótipo do veículo lançador de satélites brasileiro (VLS-1 V03), ocorrido em agosto de 2003, na Base de Alcântara, no Maranhão, evidenciou de forma dramática as deficiências acumuladas pelo setor espacial brasileiro. O Relatório sobre o acidente, divulgado pelo Ministério da Defesa, reconheceu a relevância da dimensão organizacional para o sucesso da política espacial brasileira. Nesse Estudo de Caso, a autora analisa a estrutura organizacional do setor – o Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE) - para verificar sua adequação às exigências de desenvolvimento da política. O arcabouço analítico utilizado foi a Teoria da Contingência Estrutural (TCE), complementada por duas abordagens organizacionais voltadas para sistemas de alto risco: Teoria do Acidente Normal e Teoria das Organizações de Alta Confiabilidade. No caso dessas abordagens, foram focalizadas as organizações do SINDAE diretamente envolvidas com o desenvolvimento de sistemas tecnológicos de alto risco, segundo a definição de Charles Perrow (1999), e suas relações com o resto do Sistema. O Estudo de Caso foi acrescido de uma breve comparação entre o SINDAE e as estruturas organizacionais das agências espaciais civis, norte-americana e francesa, respectivamente, NASA e CNES, de modo a subsidiar a modelagem organizacional do sistema brasileiro.

**Abstract**

An accident with Brazilian Satellite Launching Vehicle (SLV-1 V03) third prototype in August, 2003 at Alcântara Base, in the State of Maranhão, dramatically exposed accumulated deficiencies affecting Brazilian space sector. A report regarding this accident published by Ministry of Defense recognized the relevance of organizational dimension for the success of Brazilian space policy. In this case study, the author analyses sector organizational structure – the National Space Activities Development System (NSADS) – to evaluate its adequacy to policy development requisites. The Theory of Structural Contingency – TSC provided the analytical framework adopted in the research complemented by two organizational approaches that focuses high risk systems: Normal Accident Theory –NAT and High Reliability Theory - HRT. The last two approaches supported the analysis of NSADS `s organizations which are, according to Charles Perrow definition, directly involved in developing high risk technological systems and their relationship with the System. The case study was supplemented with a brief comparison between NSADS and the organizational structures of North-American and French civilian space agencies, respectively, NASA and CNES, in order to subsidize organizational modeling of Brazilian System.

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>O PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
2.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	3
2.1.1	<i>Atividades espaciais no mundo.....</i>	3
2.1.2	<i>Atividades Espaciais no Brasil.....</i>	10
2.1.3	<i>Avaliações da política espacial brasileira.....</i>	21
2.2	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA .....	34
2.2.1	<i>Objetivos.....</i>	34
2.2.2	<i>Hipótese.....</i>	35
2.2.3	<i>Delimitação do Estudo .....</i>	36
2.2.4	<i>Relevância do Estudo .....</i>	37
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>59</b>
4.1	TIPO DE PESQUISA.....	59
4.2	COLETA DE DADOS .....	59
4.3	TRATAMENTO DE DADOS .....	61
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DO SINDAE.....</b>	<b>62</b>
5.1	TAREFA/ESTRATÉGIA.....	63
5.2	ESTRUTURA.....	73
5.3	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E PROCESSOS DECISÓRIOS.....	89
5.4	SISTEMAS DE RECOMPENSAS .....	100
5.5	PESSOAS.....	102
5.6	RISCO E CONFIABILIDADE NAS ORGANIZAÇÕES DO SINDAE.....	108
<b>6</b>	<b>OS CASOS NASA E CNES.....</b>	<b>121</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>137</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>148</b>
	<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>154</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Após atingirem seu auge nas décadas de 60 e 70, as atividades espaciais brasileiras passaram a sofrer uma série de restrições evidenciadas pelo acidente ocorrido com o terceiro protótipo do Veículo Lançador de Satélites (VLS-1 V03), em 22 de agosto de 2003, com 21 vítimas fatais: engenheiros, pesquisadores e técnicos do Comando Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA), situado no município de São José dos Campos, Estado de São Paulo.

O Relatório sobre o acidente, divulgado pelo Ministério da Defesa, aponta um conjunto de fatores, orçamentários, operacionais e humanos, que teriam contribuído para a ocorrência do acidente, muitos deles comuns às demais organizações que integram a estrutura do Poder Executivo federal.

Para complementar a análise contida no referido Relatório, a Agência Espacial Brasileira (AEB), em parceria com a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e com a Academia Brasileira de Ciências (ABC), realizou, em maio de 2004, uma Reunião de Trabalho para debater a forma de organização das atividades espaciais brasileiras e identificar um conjunto de medidas para o seu aprimoramento.

As conclusões desta Reunião mostram que o sucesso da política espacial brasileira depende do equacionamento dos seus problemas organizacionais. Infelizmente, o cenário político não favoreceu, até o momento, a emergência desse tema como objeto de intervenção específica.

Por termos participado do grupo responsável pela consolidação das conclusões, optamos por analisar este tema na Dissertação apresentada à Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas (EBAPE) da Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Esta dissertação é composta por 5 (cinco) Capítulos, Referências Bibliográficas e Glossário anexo.

No Capítulo 1, formulamos o problema a ser analisado e descrevemos os contextos, nacional e internacional, nos quais se insere. Trata-se, em síntese, de avaliar a adequação da estrutura organizacional do setor espacial brasileiro, denominada Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), às exigências de desenvolvimento da política espacial brasileira.

No Capítulo 2, apresentamos o arcabouço analítico utilizado cuja base é a Teoria da Contingência Estrutural (TCE), complementada por duas abordagens organizacionais voltadas para sistemas de alto risco: Teoria do Acidente Normal e Teoria das Organizações de Alta Confiabilidade. No caso dessas abordagens, foram focalizadas as organizações do SINDAE diretamente envolvidas com o desenvolvimento de sistemas tecnológicos de alto risco, segundo a definição de Charles Perrow (1999), e suas relações com o resto do Sistema. Por tratar-se de tema polêmico e bastante atual, incluímos também comentários e críticas recentes às referidas abordagens.

O Capítulo 3 trata da Metodologia, definida como um Estudo do Caso do SINDAE, cujas etapas estão detalhadas no Quadro Lógico anexo.

O Capítulo 4 contém uma análise do SINDAE, conforme Referencial Teórico e Metodologia detalhados nos Capítulos anteriores, seguida de breve descrição das estruturas organizacionais das agências espaciais civis, norte-americana e francesa, NASA e CNES, respectivamente. O objetivo dessa referência é situar o SINDAE num contexto mais amplo e ressaltar a necessidade de estudos comparados sobre política espacial, principalmente no que se refere aos aspectos organizacionais.

Finalmente, no Capítulo 5, apresentamos as principais conclusões e recomendações para a modelagem organizacional do SINDAE, considerando-se a necessidade de soluções diferenciadas. Não foram abordados os aspectos jurídicos da modelagem das organizações integrantes do Sistema, os quais deverão ser objeto de estudo específico.

Devido à especificidade técnica do tema, optamos por incluir um Glossário, contendo os principais termos técnicos utilizados no texto.

## 2 O PROBLEMA

### 2.1 Contextualização

#### 2.1.1 Atividades espaciais no mundo

Devido ao retorno econômico incerto e ao fato de serem predominantemente de interesse científico ou militar, as atividades espaciais têm sido financiadas por recursos públicos e administradas por agências governamentais, dentre as quais, a Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (*National Aeronautics and Space Administration - NASA*) é o exemplo mais famoso.

Atualmente, doze países realizam investimentos significativos no setor, seja em programas de exploração espacial, como os ônibus espaciais da NASA, seja em programas de aplicação das tecnologias espaciais em áreas como gestão ambiental, agricultura, e segurança pública (OECD, 2004). Em 2006, os dispêndios governamentais com atividades espaciais superaram o montante de US\$ 50,5 bilhões. Esse valor representa um crescimento de 5% em relação a 2005 e um crescimento impressionante de 38% sobre os dispêndios do ano 2000 (EUROCONSULT, 2007).

Observa-se, no entanto, nas duas últimas décadas, uma presença mais significativa de instituições privadas na produção de bens e serviços espaciais como, por exemplo: o sistema europeu de posicionamento global GALILEO<sup>1</sup> baseia-se numa divisão de custos responsabilidades entre estado e iniciativa privada; empresas privadas norte-americanas estão oferecendo vôos para turistas espaciais; e a política norte-americana de sensoriamento remoto

---

<sup>1</sup> Sistema europeu de localização e apoio à navegação baseado no uso de satélites, similar ao Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System - GPS*), criado e mantido pelos Estados Unidos.

estabelece incentivos para que a demanda governamental por imagens e dados de satélites, inclusive para fins militares e de inteligência, seja atendida por empresas privadas (THE WHITE HOUSE, 2003).

Apesar da entrada de capital privado, a presença do estado na área espacial promete ser mais forte do que nunca, devido ao aumento anunciado dos investimentos norte-americanos no setor.

O orçamento destinado ao programa espacial militar, administrado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos (*U.S. Department of Defense - DoD*), deve chegar a US\$ 25 bilhões em 2010, um aumento superior a 40% durante a década (OECD, 2004).

O orçamento da parcela do programa espacial civil, administrada pela NASA, também deve crescer, embora de forma mais modesta, de US\$ 16 bilhões, em 2005, para US\$ 18 bilhões, em 2010 (OECD, 2004). Esse crescimento deve ser absorvido pela retomada dos vôos dos ônibus espaciais e pela conclusão da Estação Espacial Internacional (*International Space Station – ISS*). É igualmente provável que o orçamento da segunda mais importante agência espacial norte-americana de natureza civil, a Administração Nacional de Oceanos e Atmosfera (*National Oceanic & Atmospheric Administration - NOAA*), responsável pela operação de vários satélites de monitoramento ambiental, exceda, nos próximos anos, o patamar atual de US\$ 1 bilhão para financiar o desenvolvimento dos satélites ambientais NPOESS (*National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System*) e GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellites*).

Em valores absolutos<sup>2</sup>, o segundo maior orçamento civil da área espacial, de US\$ 3,8 bilhões, em 2006, pertence à Agência Espacial Européia (*European Space Agency - ESA*). A

---

<sup>2</sup> Uma comparação mais rigorosa requer ajustes que considerem o poder de compra das moedas de cada país, adotando-se como premissa que a maior parte dos gastos seja feita nos mercados nacionais.

maior parte desses recursos é destinada ao desenvolvimento do veículo lançador ARIANE e à participação da ESA na Estação Espacial Internacional (*International Space Station -ISS*). Nesse montante não estão computados os recursos destinados ao projeto GALILEO, nem os orçamentos dos países europeus que têm programas espaciais próprios, civis ou militares.

A ESA é seguida pela Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial (*Japan Aerospace Exploration Agency – JAXA*), criada, em 2003, a partir da fusão de três instituições<sup>3</sup>, cuja proposta orçamentária, referente ao ano de 2006, foi de aproximadamente US\$ 2 bilhões, e pela Agência Espacial Russa, conhecida como *Roskosmos*, que anunciou um montante significativo de recursos para 2006, de US\$ 1,3 bilhão, incluindo os recursos provenientes da comercialização de serviços de lançamento. O programa que a Rússia herdou da União Soviética parece ter avançado em algumas áreas e deteriorado em outras (GALLEGHER, 2005: 16). O aumento de recursos deu novo alento aos russos que planejam o envio, em 2010, de cinco novas sondas robóticas a Lua e o estabelecimento, em 2012, de uma base de pesquisas em solo lunar (NEWSWEEK, 05/02/2007). A aparente recuperação do programa espacial russo contrasta com as dificuldades orçamentárias recentes do programa japonês, que, apesar disso, estabelece metas igualmente ambiciosas como, por exemplo, o envio, em 2008, de uma sonda robótica a Lua.

Em seguida a Japão e Rússia, temos a Índia que pretendia gastar cerca de US\$ 815 milhões, no ano fiscal 2006- 2007. A maior parte desses recursos estava destinada aos preparativos de uma missão não tripulada a Lua, prevista para 2008, e ao desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites Geossíncrono (*Geosynchronous Satellite Launch Vehicle – GSLV*), capaz de lançar satélites de duas toneladas em órbita de transferência geoestacionária.

---

<sup>3</sup> Institute of Space and Astronautical Science (ISAS), National Aerospace Laboratory of Japan (NAL) e National Space Development Agency of Japan (NASDA).

O programa espacial indiano, administrado pela Organização de Pesquisa Espacial Indiana (*Indian Space Research Organisation – ISRO*), busca atender às necessidades do País nas áreas de comunicações, transmissão de TV, meteorologia, monitoramento de desastres e gestão de recursos naturais. A Índia também possui um projeto de desenvolvimento autônomo de foguetes e de infra-estrutura de lançamento compatível com esses foguetes e planeja a realização de vôos tripulados, missões a Lua e a outros corpos celestes.

O orçamento estimado da Administração Nacional Espacial Chinesa (*China National Space Administration – CNSA*), que desenvolve o programa espacial civil chinês, é de US\$ 500 milhões, em 2006. A China possui um programa espacial civil completo que prevê o desenvolvimento de satélites, foguetes e centros de lançamento. Recentemente, os chineses aderiram ao projeto GALILEO<sup>4</sup>, ao lado do Canadá e de Israel, e anunciaram sua intenção de realizar vôos tripulados e enviar sondas<sup>5</sup> a Lua e a outros corpos celestes. Uma sonda lunar chinesa foi lançada em outubro de 2007. Vôos tripulados a Lua devem ocorrer antes de 2020.

Em menor escala e em velocidade mais reduzida que a dos Estados Unidos, a China tem investido em aplicações militares nas áreas de comunicação, sensoriamento remoto, navegação, armas anti-satélite (ASAT)<sup>6</sup>, e inteligência eletrônica (ELINT). Os investimentos chineses em atividades espaciais militares, coordenados pelo Departamento de Armamento Geral (*General Armament Department – GAD*), órgão do Ministério da Defesa, são encarados como ameaça pelos Estados Unidos que, por um breve período após o colapso da União Soviética, reinaram quase absolutos nesse setor (LEWIS, 2005). Uma das façanhas recentes do programa espacial chinês foi o teste de uma arma anti-satélite que destruiu um de seus

---

<sup>4</sup> Há informações sobre a decisão recente dos chineses de desenvolver um sistema próprio de posicionamento global, denominado COMPASS (THE SPACE REVIEW, 31/07/2006).

<sup>5</sup> Missões não tripuladas.

próprios satélites em órbita, usando sinais emitidos por um míssil balístico. O orçamento do programa espacial militar chinês não é conhecido<sup>7</sup>.

O aumento esperado dos investimentos estatais na área espacial é uma boa notícia para o setor privado. Calcula-se que, na média mundial, cerca de 70% desses recursos sejam transferidos para a indústria, por meio da aquisição de produtos, componentes e serviços. A exploração comercial de bens e serviços espaciais tem crescido em importância e atrai grandes empresas como Boeing, Lockheed Martin, Raytheon, EADS Astrium e Mitsubishi.

O setor privado atua não só como fornecedor, mas também como demandante, por exemplo, na área de satélites e lançamentos de satélites. Apesar disso, espera-se que a demanda por bens e serviços espaciais venha, sobretudo, dos governos dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), da Rússia e dos emergentes - China, Índia e Brasil - que estão despertando para a relevância estratégica das atividades espaciais (OECD, 2004).

Há várias aplicações civis das tecnologias espaciais, as quais interessam sobretudo aos governos, mas também à sociedade civil (OECD, 2004):

- (a) monitoramento ambiental - monitoramento de regiões específicas durante grandes períodos de tempo, de modo a prever possíveis degradações ambientais e mitigar seus efeitos, inclusive no que se refere ao aquecimento global;
- (b) gestão dos recursos naturais - gestão dos recursos hídricos, controle do desmatamento e das queimadas de florestas, em escala global;

---

<sup>6</sup> ASAT são armas capazes de danificar um satélite ou interferir em seu funcionamento.

<sup>7</sup> Há estimativas de que, juntos, os orçamentos dos programas espaciais, civil e militar, da China oscilem entre US\$ 1 bilhão e US\$ 3 bilhões (LEWIS, 2005:108).

- (c) controle de deslocamentos populacionais - uso dos sistemas de posicionamento global e de comunicações por satélite para uma gestão mais eficiente do tráfego, aéreo e terrestre;
- (d) segurança da população civil - monitoramento preventivo de ações terroristas, epidemias e desastres naturais; e
- (e) criação e difusão de informações e conhecimento, por meio das atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) associadas às atividades espaciais e à realização de missões espaciais científicas. Os satélites também permitem a comunicação com áreas remotas da superfície terrestre.

Países e empresas que investem no setor espacial costumam encontrar uma série de obstáculos, dentre os quais destacamos (OECD, 2004):

- (a) restrições de acesso ao mercado, em especial, na área de telecomunicações;
- (b) políticas de contratação e compras governamentais;
- (c) controles de exportação e restrições a investimentos - como as tecnologias espaciais são consideradas de uso dual, por sua aplicação potencial em projetos militares, elas estão sujeitas a controles de exportação. Por exemplo, a exportação das tecnologias associadas ao desenvolvimento de veículos lançadores é controlada pelo Regime de Controle da Tecnologia de Mísseis (*Missile Technology Control Regime – MTCR*);
- (d) problemas de alocação do espectro eletromagnético – a alocação de frequências e a mitigação de interferências continuam sendo problemáticas, a despeito dos esforços da Associação Internacional de Telecomunicações (*International Telecommunication Union – ITU*);

- (e) obstáculos ao desenvolvimento de novas aplicações das tecnologias espaciais – os governos dão pouca atenção ao desenvolvimento do mercado privado de bens e serviços espaciais, mas sua participação é crucial, face aos enormes riscos técnicos e comerciais enfrentados pelas empresas privadas deste setor; e
- (f) restrições legais e regulatórias - a aplicação das normas públicas ao mercado de bens e serviços espaciais ainda requer um grande esforço de interpretação. Além disso, várias regulamentações fragmentam o mercado, elevam os custos e provocam atrasos no desenvolvimento de aplicações.

As principais tendências na área espacial podem ser assim resumidas (EUROCONSULT, 2007):

- (a) aumento dos investimentos, de países e organizações líderes, em aplicações espaciais, de interesse civil ou militar;
- (b) consolidação do *status* de países emergentes, como Índia e China, na área espacial, os quais lideram atualmente iniciativas importantes de cooperação regional e internacional;
- (c) interesse no desenvolvimento de programas espaciais demonstrado por um número crescente de países, os quais têm assinado acordos com a indústria e com outras instituições para capacitação local;
- (d) preocupação com o uso eficiente dos recursos, associada ao crescimento dos investimentos governamentais, o que leva as agências espaciais de todo o mundo a buscarem parcerias com o setor privado; e
- (e) convergência para uma nova geração de programas espaciais, incluindo programas de defesa, sistemas de satélites de observação da Terra com sensores óticos e do

tipo RADAR, novos programas de telecomunicação e navegação e novas iniciativas de ciência e exploração espaciais.

## 2.1.2 Atividades Espaciais no Brasil

### *Antecedentes Históricos*

O Brasil foi um dos primeiros países em desenvolvimento a investir em atividades espaciais. Segundo Costa Filho (2002), a década de 60 marca a institucionalização das atividades espaciais no Brasil. A criação, em 1961, do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE) seria, segundo o autor, uma demonstração de interesse do Estado na criação de um mecanismo de coordenação da política setorial. O GOCNAE foi substituído, em 1963, pela Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE).

Paralelamente, em 1966, foi instituído o Grupo Executivo de Trabalhos e Estudos de Projetos Especiais (GETEPE), vinculado ao Estado Maior da Aeronáutica (EMAER). Uma das primeiras tarefas desse grupo foi a realização de estudos para implantação do atual Centro de Lançamento de Foguetes de Barreira do Inferno (CLFBI)<sup>8</sup>. Em 1969, foi criado o Instituto de Atividades Espaciais (IAE)<sup>9</sup>, vinculado ao CTA, originário do GETEPE e do Departamento de Assuntos Espaciais, pertencente ao Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento (IPD) do CTA.

---

<sup>8</sup> A denominação atual é Centro de Lançamento de Barreira do Inferno (CLBI).

<sup>9</sup> O Instituto de Atividades Espaciais (IAE) deu origem ao Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE).

A década de 70 foi marcada por grandes mudanças no arranjo institucional das atividades brasileiras que culminaram com a instituição, em 1971, da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), órgão de assessoramento da Presidência da República, presidido pelo Ministro - Chefe do Estado-Maior das Forças Armadas (EMFA). Nesse mesmo ano, houve a extinção da CNAE e a criação do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)<sup>10</sup>, vinculado ao então Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq)<sup>11</sup> e encarregado do desenvolvimento das pesquisas espaciais no âmbito civil, de acordo com orientação recebida da COBAE. Por sua vez, o núcleo do IAE, que tinha sido criado em 1969, só foi ativado em 1971, constituído do pessoal e das instalações do GETEPE. A portaria de criação do IAE extinguiu o GETEPE e passava o CLFBI para o Instituto.

O primeiro programa espacial brasileiro, de grande porte e orientado por uma visão estratégica clara, iniciou-se, em 1980, com a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) que estabeleceu como metas o desenvolvimento de pequenos satélites de coleta de dados ambientais e de sensoriamento remoto e de um veículo lançador compatível com o porte e missão desses satélites, bem como a implantação da infra-estrutura espacial básica. O principal complexo de infra-estrutura previsto na MECB foi o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), no Maranhão.

No início da década de 90, mudanças no cenário internacional, conjugadas à redemocratização do estado brasileiro, levaram à substituição da COBAE por uma nova instituição, a Agência Espacial Brasileira (AEB), autarquia civil vinculada à Presidência da República, que pudesse sinalizar inequivocamente o caráter pacífico das atividades espaciais brasileiras. Em janeiro de 1991, a AEB foi transferida para o Gabinete do Ministro

---

<sup>10</sup> Atual Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

<sup>11</sup> Atual Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Extraordinário de Projetos Especiais, junto com a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Em decorrência de alterações na estrutura organizacional do governo - dentre as quais a extinção do cargo de Ministro Extraordinário de Projetos Especiais, cargo ocupado, à época, pelo Embaixador Ronaldo Mota Sardenberg e sua nomeação para o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) - tanto a AEB quanto a CNEN tornaram-se, em agosto de 1999, autarquias vinculadas a esse Ministério.

Foram instituídos ainda o Conselho Superior - órgão colegiado, de caráter deliberativo, composto por representantes de todos os Ministérios interessados nas atividades espaciais brasileiras, da comunidade científica e da indústria - e o Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE). Foram elaborados também os documentos de planejamento dessas atividades: a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) e o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE).

**Figura 1- Estrutura do SINDAE**



Fonte: Agência Espacial Brasileira, 2007

A constituição do SINDAE é a seguinte:

- no papel de órgão de coordenação central, vinculado ao MCT, a AEB; e, por intermédio do Conselho Superior da AEB, ministérios e outros órgãos de governo, bem como entidades da sociedade civil;
- como órgãos setoriais de execução, o INPE, vinculado ao MCT, e o Comando Geral de Tecnologia Aeroespacial (CTA), órgão subordinado ao Comando da Aeronáutica do Ministério da Defesa. Subordinam-se ao CTA: (a) o IAE; (b) o CLA; e (c) o CLBI; e
- como órgãos e entidades participantes, dentre outros, o setor privado e as universidades brasileiras que desenvolvem pesquisas e projetos na área espacial.

O INPE é responsável por projetos de desenvolvimento de satélites e tecnologias associadas bem como de pesquisa e desenvolvimento no campo das ciências e das aplicações espaciais, com destaque para as áreas de Sensoriamento Remoto, Coleta de Dados Ambientais e Meteorologia por Satélites. O CTA incumbe-se, por meio do IAE, do desenvolvimento de veículos lançadores de satélites e de foguetes de sondagem. O CTA também é responsável pela manutenção e operação do CLA e do CLBI.

O documento de política do setor, denominado PNDAE, foi aprovado pelo Decreto nº. 1.334, de 8 de dezembro de 1994. O atual documento de programação, o PNAE 2005-2014, detalha as atividades a serem desenvolvidas nesse período. Os recursos orçamentários destinados ao Programa integram o Plano Plurianual (PPA) do governo federal, cujo horizonte de planejamento é de quatro anos, e as respectivas Leis Orçamentárias Anuais.

Embora bem mais modesto que os orçamentos dos demais países que desenvolvem atividades espaciais, o atual patamar orçamentário do PNAE, da ordem de US\$ 100 milhões<sup>12</sup>, revela uma tendência de recuperação das perdas acumuladas nas duas últimas décadas, com prioridade para as missões de satélites de Observação da Terra, Acesso ao Espaço e Infra-estrutura.

### ***Realizações do Programa Espacial Brasileiro***

#### Satélites desenvolvidos e lançados ao espaço

- **Satélites de Coleta de Dados - SCD-1 e SCD-2** - satélites de pequeno porte (150 kg de massa) destinados à coleta de dados ambientais. Seu desenvolvimento possibilitou a implantação do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados (SBCD) que conta com mais de 600 plataformas remotas de coleta de dados (PCD) espalhadas pelo território nacional e em países vizinhos.
- **Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres - CBERS** (*China Brazil Earth Resources Satellite*) - dois satélites de grande porte (1.400 kg de massa), CBERS-1 e CBERS-2, desenvolvidos em parceria com a China, cabendo ao Brasil 30% dos custos e responsabilidades. Os satélites CBERS 1 e 2 fornecem imagens com resolução espacial máxima de 20 metros e várias faixas espectrais utilizadas no monitoramento de recursos naturais, uso do solo e ocupação urbana. Em setembro de 2007, foi lançado o CBERS 2B, uma réplica perfeita do CBERS 2, salvo pelas câmeras levadas a bordo cuja resolução espacial máxima será de 5 metros.

---

<sup>12</sup> O equivalente a R\$ 223 milhões em 2006.

- **Satélite de Aplicações Científicas - SACI** - primeiro satélite científico brasileiro, desenvolvido pelo INPE e lançado junto com o CBERS-1, a partir do Centro de Lançamento Chinês de Taiyuan. Falhas de comunicação com o satélite, após a injeção em órbita, impediram o seu funcionamento.

#### Veículos Lançadores

- **Foguetes de Sondagem** - veículos lançadores destinados à realização de experimentos em ambiente de microgravidade. O Brasil domina a tecnologia dos foguetes de sondagem - foram realizados mais de 300 lançamentos dos foguetes SONDA, VS-30 e VS-40 - e busca agora capacidade de recuperação, em solo, dos experimentos embarcados e maiores períodos de microgravidade, por meio do desenvolvimento dos foguetes SONDA-3A, VSB-30, VS-40A e VS-43. Em julho de 2007, foi lançado, com sucesso, o quarto protótipo do VSB-30, embora oscilações nos sinais de telemetria, durante a queda, tenham prejudicado o resgate dos experimentos.
- **Veículo Lançador de Satélites - VLS-1** - veículo em fase de qualificação em vôo (testes) com quatro estágios de propelente sólido e capacidade de lançar satélites de até 400 kg em órbita baixa. Os testes realizados até o momento não foram bem sucedidos. Após o acidente ocorrido com o terceiro protótipo do VLS, o Brasil passou a contar com a assessoria técnica de empresas russas no desenvolvimento do quarto protótipo. Encontra-se também em fase de estudos uma versão aperfeiçoada do VLS-1, denominada VLS Alfa, com três estágios, ao invés dos quatro estágios da versão anterior, sendo um deles com combustível líquido, o que possibilitará o lançamento, em órbita baixa, de satélites de maior porte (até 800 kg).

### Centros de Lançamento

- **Centro de Lançamento de Barreira do Inferno - CLBI**, Natal, Rio Grande do Norte - destina-se a lançamentos de foguetes de sondagem e a testes de mísseis de defesa. Presta serviços de rastreamento ao Centro de Lançamento francês Kourou em lançamentos do foguete europeu ARIANE.
- **Centro de Lançamento de Alcântara - CLA**, Alcântara, Maranhão - destinado ao lançamento de satélites por lançadores, nacionais ou estrangeiros, e de foguetes de sondagem. Possui infraestrutura básica e um sítio de lançamento específico para o VLS-1. Há necessidade de complementação da infraestrutura básica e de implantação de sítios de lançamento específicos para foguetes como o ucraniano CYCLONE-4, a ser utilizado em lançamentos comerciais, sob a responsabilidade da Alcântara Cyclone Space, empresa binacional com sede em Brasília.

### Infra-estrutura de pesquisa

a) Do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE:

- **Laboratório de Integração e Testes de Satélites - LIT** - laboratório com instalações para montagem, integração, testes funcionais e qualificação de satélites e outros sistemas orbitais;
- **Laboratório Associado de Combustão e Propulsão - LCP** - laboratório com capacidade operacional e de pesquisa instalada para a produção de catalisadores utilizados, por exemplo, na decomposição da hidrazina, combustível empregado na propulsão de foguetes e na correção de órbita e de atitude de satélites;

- **Laboratório Associado de Plasma** - laboratório que desenvolve, desde 1985, propulsores a plasma para controle de atitude e órbita, os quais poderão ser utilizados, por exemplo, nos satélites geoestacionários previstos no PNAE;
- **Centro de Rastreo e Controle de Satélites - CRC** - conjunto de sistemas de solo que permite realizar o rastreo e o controle de órbita de satélites nacionais e prestar serviços de suporte a satélites estrangeiros. O CRC é constituído pelo Centro de Controle de Satélites, situado na sede do INPE, em São José dos Campos (SP), e por duas estações terrenas, a de Cuiabá (MT) e a de Alcântara (MA). Há previsão de mais uma estação em Alcântara, para controle de satélites científicos e a aquisição de nova estação terrena para suporte aos satélites CBERS 3 e 4;
- **Centro Regional de Pesquisas do INPE em Natal, RN;** e
- **Centro Regional de Pesquisas do INPE em Santa Maria, RS.**

b) Do Instituto de Aeronáutica e Espaço - IAE/CTA:

- **Laboratório de Qualificação de Proteções Térmicas de Alto Desempenho;**
- **Laboratório de Aerodinâmica da Alta velocidade;**
- **Laboratório de Simulação Híbrida e Ensaio de Sensores Inerciais;**
- **Laboratório de Medidas de Propriedades de Massa;**
- **Laboratório de Propulsão Líquida;**
- **Instituto de Fomento Industrial - IFI/CTA;** e
- **Instituto de Estudos Avançados - IEAv/CTA.**

c) Laboratório de Aerodinâmica, Propulsão e Sistemas de Aeronaves do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA).

d) Usina de Propelentes Sólidos para o VLS, em Jambuí (SP).

#### Principais iniciativas de cooperação internacional

- **Série de satélites CBERS** - Brasil e China assinaram novo Protocolo de Cooperação que prevê o desenvolvimento de mais dois satélites, CBERS-3 e 4, a serem lançados, respectivamente, em 2009 e 2011. A participação brasileira no desenvolvimento desses novos satélites foi elevada para 50%.
- **Participação do Brasil na ISS** - Teve início, em 1997, quando o Brasil se comprometeu a fornecer alguns equipamentos para a ISS, orçados em cerca de US\$ 120 milhões, em troca da possibilidade de realizar experimentos no ambiente de microgravidade da Estação, do treinamento de um astronauta e do direito de enviá-lo em missão tripulada. A cooperação começou a apresentar os primeiros problemas em 2001, em função dos custos elevados dos equipamentos, a cargo do Brasil, e da ausência de uma empresa brasileira que assumisse a responsabilidade pela fabricação desses equipamentos. A explosão do Columbia, em fevereiro de 2003, provocou a interrupção das viagens dos ônibus espaciais, o que prejudicou a construção da ISS. Nesse contexto, a viagem do astronauta brasileiro, o Major Marcos César Pontes, à Estação tornou-se inviável. Como ele já havia sido treinado e sua viagem era vista como excelente oportunidade de divulgação para o PNAE, a AEB passou a negociá-la com a Roskosmos. A viagem, denominada Missão Centenário<sup>13</sup>, ocorreu em março de 2006, a bordo da nave russa *Soyuz*. O Brasil está revendo os termos de sua participação no projeto, dentro de uma proposta de redução bastante significativa de custos.

---

<sup>13</sup> A missão recebeu esse nome em homenagem ao centenário do vôo de Santos Dumont no primeiro engenho mais pesado que o ar, o 14 Bis.

- **Parceria com a Ucrânia para realização de lançamentos de satélites, em bases comerciais** – realização de lançamentos comerciais, a partir do Centro de Lançamento de Alcântara, pela empresa binacional *Alcântara Cyclone Space* (ACS), utilizando o foguete ucraniano CYCLONE-4. O Tratado entre os dois países foi assinado em 21 de outubro de 2003 e o Estatuto da binacional, com sede em Brasília, já foi aprovado.
- **Parceria com empresas russas para desenvolvimento de quarto protótipo do VLS- 1**, de uma versão aperfeiçoada (*upgrade*) do VLS, denominado VLS Alfa, e, futuramente, de uma família de veículos lançadores de médio e grande porte (Programa Cruzeiro do Sul).

#### Projetos em desenvolvimento

- **Satélite Amazônia-1** - satélite de sensoriamento remoto que utilizará uma plataforma multimissão (PMM) - uma espécie de módulo de serviço multiuso, desenvolvido integralmente pela indústria brasileira - e uma carga útil de sensores óticos. Os dados obtidos pelo satélite alimentarão os sistemas de monitoramento PRODES e DETER, voltados para a proteção ambiental e para controles das mudanças ambientais e climáticas. Seu lançamento está previsto para 2010;
- **Satélite MAPSAR** - satélite de sensoriamento remoto, cuja carga útil será um radar imageador de abertura sintética (*Synthetic Aperture Radar – SAR*). A função do satélite MAPSAR será a de produzir imagens de alta resolução espacial, independentemente das condições do tempo, inclusive com cobertura de nuvens, as quais podem ser utilizadas em setores que dependam de monitoramento contínuo do espaço físico, nas áreas de controle de desmatamentos e queimadas, oceanografia, mineração, agricultura, entre outras. Seu lançamento está previsto para 2013.

- **Satélite LATTES** - desenvolvimento de um satélite científico, para estudos geofísicos e astrofísicos, que também utilizará a PMM, com lançamento previsto para 2012. Estão previstas parcerias internacionais para a realização dos experimentos científicos.
- **Satélite de Pesquisa da Atmosfera Equatorial (EQUARS)** - desenvolvimento de um satélite científico de pequeno porte (massa aproximada de 100 kg), a ser lançado em órbita equatorial de baixa altitude. Tem como objetivo observar fenômenos atmosféricos na região equatorial, tais como luminescência, descargas elétricas, fluxo de partículas e abundância de constituintes atmosféricos. As informações obtidas podem ser utilizadas em modelos de previsão numérica do tempo e do clima espacial. O EQUARS deve ser lançado em 2008.
- **Satélite Monitor e Imageador de Raios X (MIRAX)** - desenvolvimento do primeiro satélite astronômico brasileiro, destinado à astronomia de raios X, a ser lançado em 2011.
- **Satélite Geostacionário Brasileiro(GEO)**- desenvolvimento de um ou mais satélites de grande porte para atender às necessidades de controle do tráfego aéreo e de comunicações para fins de defesa e segurança pública. Os satélites geostacionários também poderão contar com sensores meteorológicos.
- **Implantação do Centro Espacial de Alcântara (CEA)** - implantação de um Centro Espacial, em área cedida pelo CLA, na qual deverão instalados centros avançados de universidades, laboratórios, usinas de combustíveis e instalações de empresas do setor espacial, insumos e facilidades necessárias aos sítios de lançamentos comerciais.

### **2.1.3 Avaliações da política espacial brasileira**

O diagnóstico a seguir baseia-se em avaliações elaboradas por grupos de trabalho constituídos especialmente para tal fim, dos quais participaram membros do governo, da comunidade científica e da indústria aeroespacial brasileira.

O acidente ocorrido no CLA evidenciou de forma dramática as deficiências acumuladas pelo programa espacial brasileiro e, particularmente, pelo projeto VLS. O Relatório sobre o acidente com o VLS-1 V03, divulgado pelo Ministério da Defesa (2004), aponta um conjunto de fatores de natureza operacional e humana que teriam contribuído para a sua ocorrência, dentre os quais destacamos:

- (a) defasagem expressiva entre os recursos financeiros necessários e os efetivamente alocados no projeto do lançador e descontinuidade na sua liberação;
- (b) política de restrições à contratação de recursos humanos, associada à defasagem salarial, ocasionando perda de pessoal técnico qualificado;
- (c) baixa eficácia do sistema de comunicação funcional, com pouca valorização das contribuições dos níveis hierárquicos inferiores;
- (d) falta de governança dos gerentes frente aos problemas, alguns deles comuns às demais organizações do setor público federal, cuja solução encontra-se muito além da sua esfera de ação; e
- (e) deficiências no intercâmbio de informações entre as instituições que participaram da operação de lançamento, com reflexos negativos no sistema de segurança operacional do CLA.

As avaliações anuais do PNAE (MP, 2000-2004) também relacionam alguns fatores como responsáveis pela baixa eficácia do programa, dentre eles:

- (a) antagonismo entre os objetivos civis e militares das atividades espaciais brasileiras;
- (b) tensão entre os objetivos de capacitação industrial e de atendimento às necessidades dos usuários de bens e serviços espaciais;
- (c) redução significativa, nas últimas duas décadas, dos recursos destinados ao programa, principalmente se comparados aos montantes destinados às atividades espaciais por outros países em desenvolvimento, tais como China e Índia;
- (d) fragmentação do processo decisório, devido à alocação descentralizada dos recursos destinados ao custeio das ações do programa e à debilidade institucional da AEB, fatores que a tornariam incapaz de exercer plenamente seu papel de coordenação das atividades espaciais brasileiras;
- (e) dificuldades para contratar e manter quadro de pessoal técnico qualificado, em virtude dos baixos salários, inferiores aos ofertados pela indústria e por outras carreiras do setor público;
- (f) existência de obstáculos legais e administrativos<sup>14</sup> a uma maior participação da indústria nacional na execução das atividades do programa;
- (g) proliferação de iniciativas de cooperação internacional, em patamares incompatíveis com os recursos orçamentários e humanos disponíveis;
- (h) existência de barreiras internacionais ao acesso às tecnologias espaciais, devido ao seu caráter dual; e

---

<sup>14</sup> Com destaque para a Lei n°. 8.666, de 21 de junho de 1993.

- (i) problemas sociais na região do Município de Alcântara, Maranhão, que prejudicam a realização de lançamentos comerciais, a partir do CLA, conforme previsto em acordos celebrados pelo Brasil com EUA, Rússia e Ucrânia.

### ***Resultados para a sociedade***

O objetivo do PNAE é “capacitar o país para desenvolver e utilizar tecnologias espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida, por meio da geração de riqueza e oferta de empregos, do aprimoramento científico, da ampliação da consciência sobre o território e melhor percepção das condições ambientais” (AEB, 2005).

Apesar dos “gargalos” tecnológicos existentes e dos problemas mencionados anteriormente, o programa produziu resultados concretos para a sociedade, nas áreas de meteorologia, monitoramento ambiental, telecomunicações e no aprimoramento científico:

- (a) O monitoramento das bacias hidrográficas do País e a previsão do tempo contam com dados hídricos e meteorológicos coletados pelas cerca de 600 Plataformas de Coletas de Dados (PCD) espalhadas pelo território nacional e países vizinhos e integradas pelos satélites SCD-1 e 2, CBERS 1 e 2 e CBERS-2B. As informações produzidas por esse sistema atendem a mais de 70 instituições nacionais, em sua grande maioria, do setor público, dentre as quais citamos: Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do INPE (CEPTEC), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Agência Nacional de Águas (ANA), Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM) e Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL);

- (b) Imagens obtidas pelos satélites CBERS, distribuídas gratuitamente por meio da Internet, estão sendo amplamente demandadas por usuários brasileiros que as utilizam para fazer desde mapas de queimadas e desflorestamento da região Amazônica (projetos PRODES e DETER<sup>15</sup>), até estudos na área de desenvolvimento urbano. No período de maio de 2004 a maio de 2006, foram distribuídas cerca de 200 mil imagens CCD, com resolução espacial de 30 metros, para 4.500 instituições públicas e privadas. Aproximadamente 23% do total de imagens foram demandadas por instituições públicas dos três níveis de governo, 26% pelo setor educacional e 51% por empresas privadas. Foram geradas também dezenas de metodologias de aplicação de dados do CBERS, com destaque para a área ambiental;
- (c) Pesquisas em ambiente de microgravidade, nas áreas de biologia, biotecnologia, medicina, combustão, desenvolvimento de novos materiais e fármacos, estão sendo realizadas por meio dos vôos dos foguetes de sondagem, em especial, pelo foguete VSB-30, e por meio do uso da cota brasileira no projeto da ISS; e
- (d) Devido à participação do Brasil na missão francesa CoRoT, materializada na recepção dos dados do telescópio orbital CoRoT, pelo CLA, e na colaboração de técnicos e pesquisadores brasileiros, o País pode ter acesso aos dados obtidos pela missão, cujos objetivos são a identificação de exoplanetas e o estudo da estrutura estelar e de sua evolução (sismologia estelar).

---

<sup>15</sup> O sistema PRODES consegue captar alterações na vegetação a partir de 6 hectares e é usado para fornecer dados consolidados. O Sistema de Detecção em Tempo Real (DETER) é capaz de observar áreas a partir de 25 hectares. Embora tenha menor definição de imagem e dados menos precisos, o DETER é mais adequado para ações de fiscalização devido à maior frequência de visitação dos sítios observados.

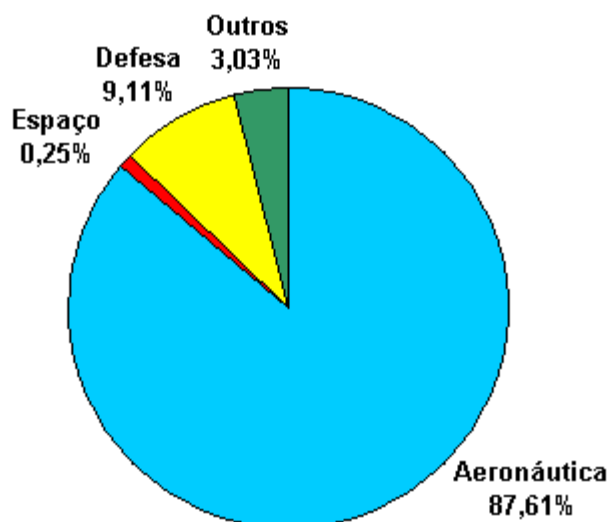
### ***Resultados para a indústria aeroespacial brasileira***

Entende-se por indústria aeroespacial a manufatura, reparos e manutenção de aeronaves e componentes de aeronaves, planadores (exceto asa delta), mísseis guiados, espaçonaves, vários aspectos da tecnologia de defesa e equipamentos de aviônica. Ela é composta por três segmentos inter-relacionados: Aeronáutico, Defesa e Espacial (INPE: CPA-046-2006).

Informações disponíveis no sítio na Internet da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB) revelam que “O segmento espacial fornece satélites e suas estruturas, seus equipamentos de bordo incluindo cargas úteis, foguetes de sondagem e veículo lançador, sistemas diversos e suas partes, propulsão, respectivos segmentos de solo e serviços envolvendo aplicação de imagens obtidas por satélites, além de consultoria e outros serviços especializados”.

O segmento espacial da indústria aeroespacial brasileira compreende aproximadamente 30 empresas, de pequeno e médio porte. Em 2005, o segmento espacial contribuiu com apenas 0,25% das vendas totais da indústria (Gráfico 1).

**Gráfico 1- Participação percentual dos segmentos, aeronáutico, espacial e de defesa, nas vendas totais da indústria aeroespacial brasileira, em 2005.**



*Fonte: Sítio da Associação das Indústrias Aeroespaciais Brasileiras (AIAB) na Internet, 2007*

Apresentaremos a seguir, de forma resumida, os resultados de duas avaliações de impacto dos projetos no PNAE na indústria aeroespacial brasileira: o primeiro estudo, realizado por Furtado e Costa Filho (2002), avalia os impactos econômicos do projeto de desenvolvimento dos satélites CBERS-1 e 2 e o segundo, de autoria de Paulo Remi Santos (2001), avalia os impactos tecnológicos e econômicos do projeto de desenvolvimento do veículo lançador brasileiro. O objetivo dessa apresentação é coletar elementos que nos permitam avaliar as possibilidades de integração da indústria nacional ao SINDAE.

A metodologia utilizada por Furtado e Costa Filho é baseada nos trabalhos do grupo BETA (*Bureau d'Economie Théorique et Appliquée*), da Universidade Louis Pasteur, de Estrasburgo. Na metodologia BETA, grandes programas tecnológicos, como o PNAE, são considerados instrumentos de melhoria do bem-estar social. Por essa razão, busca-se quantificar os impactos econômicos dos projetos em termos de aumento do PIB e não apenas

do lucro empresarial. Foram medidos apenas os impactos indiretos (*spin-offs*) do programa CBERS, subdivididos em impactos tecnológicos, comerciais, organizacionais e de métodos, e em recursos humanos. Os impactos econômicos diretos, que derivam da utilização dos satélites CBERS 1 e 2 e da distribuição de suas imagens, não fizeram parte da pesquisa.

Apesar dos brasileiros terem revelado superioridade tecnológica na área de informática, Furtado e Costa Filho (2002: 14) sustentam que “a aprendizagem organizacional em métodos e gerenciamento de projetos foi, incontestavelmente, o mais importante ganho para os chineses advindo da cooperação com o Brasil”. Quanto à capacitação adquirida pela indústria nacional, segundo os autores, muitos dos processos e procedimentos aprendidos durante o CBERS não puderam ser reaproveitados em outras áreas. O mesmo ocorreu com a eletrônica. O motivo é que, na área espacial, os equipamentos não precisam ser do modelo mais avançado, mas sim demonstrar confiabilidade e segurança em condições ambientais extremas. O principal ganho ficou com o esforço de documentação do projeto, responsável por abrir o caminho para as empresas obterem a certificação ISO 9000. A ocorrência dos *spin-offs* teria sido prejudicada pela ausência de uma indústria de alta tecnologia de grande porte no país. Apesar disso, foram identificados, no grupo de empresas avaliadas, 39 impactos indiretos diferentes (Tabela 1).

**Tabela 1- Impactos econômicos do Programa CBERS**

TIPO DE IMPACTO	NÚMERO DE IMPACTOS	PESO RELATIVO (%)
Tecnológico – novo produto	15	38,5
Tecnológico – novo serviço	2	5,1
Organizacional - gerenciamento de projetos	4	10,2
Organizacional - Métodos	9	23,2
Impactos em RH- Massa crítica	8	20,5
Impactos em RH – Treinamento	1	2,5
Total	39	100

Fonte: FURTADO e COSTA FILHO, 2002.

Apesar da maioria (quinze) ser classificada como “impactos tecnológicos”, não houve nenhuma transferência de tecnologia de processo, o que corrobora a hipótese de que é difícil utilizar os processos da área espacial em outras áreas. A pesquisa detectou nove impactos em recursos humanos, oito deles na formação de massa crítica e um em treinamento, o que indica que a mão-de-obra já estava bastante preparada.

Os impactos organizacionais tiveram destaque: as empresas nacionais precisaram adequar-se aos rigorosos procedimentos de documentação adotados pelo INPE e, em seguida, transferiram o novo conhecimento para outros projetos. Os impactos comerciais foram inexistentes. A esse respeito, um dado curioso, apontado pelos pesquisadores, é que a certificação ISO 9000 era vista pelo mercado como mais importante para a qualidade e confiabilidade dos produtos e serviços de uma determinada empresa do que sua participação no programa espacial, ao contrário do que costuma acontecer em outros países.

Do total de impactos indiretos do programa CBERS, 63,9% puderam ser divididos em três áreas de aplicação, civil, defesa e espacial, sendo os 36,1% restantes impactos em recursos humanos. A área mais beneficiada foi a civil, seguida pela defesa e pela espacial. Na primeira predominam os impactos tecnológicos; a segunda concentra os organizacionais de gestão de projetos e a terceira reúne a maioria dos impactos organizacionais (Tabela 2).

**Tabela 2 - Impactos do programa CBERS por área de aplicação (em %)**

ÁREA / IMPACTO	TECNOLÓGICO - PRODUTO	TECNOLÓGICO - SERVIÇO	ORGANIZACIONAL - GESTÃO DE PROJETOS	ORGANIZACIONAL - MÉTODO	TOTAL
Espacial	40,02	0	6,23	93,53	29,99
Defesa	8,99	0	89,64	0	33,54
Civil	50,99	100	4,13	6,47	36,47
Total	46,43	10,83	33	9,74	100

*Fonte: FURTADO e COSTA FILHO, 2002*

Conforme sugerido por Furtado e Costa Filho (2002: 34) “um aspecto importante consiste em analisar como cada tipo de impacto indireto se reparte entre as três áreas de aplicação”. Os impactos tecnológicos de produto, os quais representam 46,43% do total de impactos analisados, se concentram muito na área civil (50,99%) e na área espacial (40,2%). Menos de 10% dos impactos tecnológicos de produto ocorrem na área de defesa. Os impactos tecnológicos de serviços ocorreram exclusivamente na área civil. Ou seja, a maior parte dos impactos da área civil é de natureza tecnológica. Por conseguinte, nessa área a forma de transferência mais freqüente concerne ao conhecimento tecnológico. Isso ocorreria, segundo os autores, devido à proximidade entre a área espacial e as áreas de informática, telecomunicações, aeronáutica civil, automação industrial, instrumentação biomédica, etc.

Analisando a forma como se repartem os impactos organizacionais, vemos que os impactos na área de gestão de projetos, que representam 33% do total de impactos classificáveis, estão muito concentrados na área de defesa (89,6%). Esse dado revela que o tipo de conhecimento obtido pelas empresas na área de gestão de projetos foi aplicado no desenvolvimento de produtos militares. Por sua vez, os impactos organizacionais em métodos estão concentrados na área espacial (93,5%). Ou seja, os métodos de qualidade aprendidos, durante o desenvolvimento do CBERS, foram importantes para abrir novas oportunidades na própria área espacial, mas, devido ao elevadíssimo padrão de qualidade exigido na área espacial, esses conhecimentos na área organizacional foram pouco úteis em outras áreas.

O estudo dividiu os fornecedores em dois grupos: o de executores ou contratados, formado por empresas ou consórcios responsáveis pela execução de um projeto; e o de subcontratados, empresas encarregadas de desenvolver partes desse projeto. Algumas empresas desempenhavam as duas funções ao mesmo tempo. O estudo analisou oito participantes, de um total de 22. Em geral, os fornecedores de primeira linha eram empresas

de médio porte, mais antigas, com base tecnológica oriunda das áreas de informática e/ou defesa. Já a maioria dos membros do outro grupo formou-se no final da década de 1980 e início da de 90, como consequência da onda de demissões que ocorreu nas organizações do complexo aeroespacial de São José dos Campos. As experiências anteriores dos fornecedores do programa CBERS nas áreas militar e de informática são vistas, pelos autores, como decisivas para o desempenho desses fornecedores.

Furtado e Costa Filho (2002) relatam que dois fornecedores de primeira linha, a Elebra e a Tecnasa-Tectelcom, encerraram suas atividades nos segmentos, espacial e de defesa, depois de participarem do projeto e atribuem os problemas vivenciados por esses fornecedores às enormes dificuldades de sobrevivência da indústria nacional de alta tecnologia. A fraqueza do mercado nacional de alta tecnologia é apontada como um grande obstáculo à transferência dos conhecimentos adquiridos durante o programa espacial. Isso ocorre, explicam os autores, porque os eletrônicos fabricados no Brasil são preponderantemente bens de consumo e não necessitam de salas limpas ou procedimentos rigorosos para a montagem dos circuitos. Por outro lado, a indústria de instrumentação, que poderia reaproveitar esses métodos, ainda é pouco desenvolvida por aqui.

A ausência de uma empresa que assuma o papel de contratada principal (*prime contractor*) é citada como o maior desafio para a constituição de uma rede integrada de fornecedores. Dentre as empresas brasileiras com esse perfil e capacidade de atuação na área aeroespacial destaca-se a EMBRAER, mas a empresa não tem mostrado interesse em desenvolver projetos na área espacial, provavelmente em função dos riscos mais elevados desse segmento se comparado ao segmento aeronáutico, seu nicho de mercado.

Conforme mencionado, o objetivo do segundo estudo foi avaliar os impactos tecnológicos e econômicos de outro projeto do PNAE: o desenvolvimento do veículo lançador

brasileiro. Segundo o autor, Paulo Remi Santos, a relação entre as empresas e o governo foi sendo alterada ao longo da história do desenvolvimento do VLS. No início, sustenta Santos (2001: 31), “o relacionamento do CTA com as empresas foi do tipo programas de pesquisa conjuntos financiados pelo governo, mas em muitas parcerias houve investimento direto, subcontratação e acordos conjuntos de P&D. Em alguns casos, porém, como nos processos de metalurgia a vácuo, houve transferência direta de tecnologia”. Posteriormente, a relação passou a ser de comprador-fornecedor, ou seja, o Estado apenas encomendava a fabricação de componentes e serviços para a indústria.

Das empresas que participaram do desenvolvimento do lançador brasileiro, algumas, como a Amplimatec, faliram. Para o autor, a falência dessas empresas seria devida à redução substantiva do montante de recursos destinado ao programa espacial. As empresas que sobreviveram se destacam no mercado nacional. A Composite, atualmente Cenic, situada em São José dos Campos, é uma delas. A empresa foi beneficiada pela transferência da tecnologia do CTA que é utilizada para produzir os envelopes motores, estruturas metálicas que alojam os blocos de propelentes sólidos e que formam o corpo do foguete. Santos (2001) sustenta que a Cenic teria sido um *spin-off* do VLS, já que foi constituída por engenheiros oriundos do CTA.

Uma das parcerias mais importantes entre o CTA e a indústria brasileira foi o caso do aço 300M que envolveu, além do CTA e da Eletrometal, as empresas Usiminas, Acesita e Wotan. Essa interação foi responsável pelo domínio das seguintes tecnologias: (a) processo de fusão sob escória eletrocondutora, para a produção dos lingotes do aço 300M; (b) processo de forjamento dos lingotes, para a obtenção das platinas a serem laminadas; (c) processos de laminação das platinas; e (d) ciclo de tratamento térmico dos envelopes motores em 300M. Segundo Santos (2001: 44), “Paralelamente a essa interação com as empresas citadas, o CTA

trabalhou com a empresa alemã AICHELIN (que não respeitou o embargo proposto pelos Estados Unidos) no projeto do forno para o tratamento térmico dos envelopes motores. Pelo seu caráter pioneiro e multidisciplinar, o desenvolvimento do aço 300M pode ser considerado como uma vitória da cooperação de uma entidade governamental com a iniciativa privada”.

O CTA tinha dois desafios: desenvolver a melhor liga metálica a ser usada no VLS e aprender a produzi-la. A Eletrometal responsabilizou-se por fazer o aço, utilizando-se de um processo denominado “refusão sob escória eletro condutora” que não era dominado pelo setor metalúrgico brasileiro. Os aços produzidos por refusão são mais adequados às aplicações espaciais. A parceria incluiu estágio e treinamento dos funcionários da empresa no Laboratório de Vacuometalurgia do CTA, assessoramento técnico do CTA, intercâmbio de informações e conhecimento, permissão para a empresa usar equipamentos e outras facilidades do laboratório, entre outras atividades. A Eletrometal chegou a receber financiamento, em 1975, do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) para produzir esses aços em escala industrial.

Decidido que o aço 300M seria usado no VLS, Usiminas e Acesita entraram no projeto, para estudar e fazer a laminação, o que requeria conhecimento dos processos de tratamento térmico. A Wotan estudou o ciclo do tratamento térmico em peças menores, usando fornos projetados pela empresa alemã Aichelin.

Até então, o Brasil não tinha forno para fazer o tratamento térmico do aço que seria usado no VLS. Para conhecer esse processo e ter o equipamento, o CTA e a Wotan utilizaram envelopes motores menores, e não os que seriam usados no VLS, procurando contornar as restrições estabelecidas pelo tratado de mísseis. Essa parceria com a Wotan e o uso do forno da Aichelin propiciou ao Brasil o conhecimento do equipamento e do processo. Assim o forno também foi implantado na Eletrometal, que além de produzir o aço 300M, pôde fazer o

tratamento térmico do mesmo para os envelopes motores que foram usados nos três protótipos do VLS.

O autor afirma que os cortes orçamentários constantes que afetaram o VLS tanto impediram que os técnicos prosseguissem mais rapidamente no desenvolvimento do foguete quanto restringiram as possibilidades de se contratar empresas para o projeto.

Além dos fatores apontados nestes dois estudos, os reduzidos impactos econômicos dos projetos do PNAE podem ser atribuídos também à pequena participação da indústria nacional no programa, estimada em 37,35% (AEB, 2007 a.). Fatores organizacionais que tenham porventura influenciado esse índice serão analisados, de forma preliminar, no âmbito dessa dissertação.

## 2.2 Formulação do Problema

A estrutura organizacional do setor espacial na Administração Pública Federal (APF<sup>16</sup>), denominada Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), é compatível ou não com as exigências de desenvolvimento da política espacial e por quê?

### 2.2.1 Objetivos

#### *Objetivo Final*

Verificar se existe compatibilidade entre a estrutura organizacional do setor espacial na APF e o ambiente de emergência da política espacial como política do Governo Federal e identificar eventuais fatores e circunstâncias de natureza organizacional que possam se tornar obstáculos à implementação bem sucedida dessa política.

#### *Questões a serem respondidas*

São questões específicas a serem respondidas pela pesquisa a ser desenvolvida no âmbito deste estudo:

- (a) Quais as características do ambiente (nacional e internacional) em que o SINDAE está inserido, particularmente nos aspectos relativos a inovações tecnológicas, mudanças sócio-econômicas e culturais e processos político-institucionais de transformação da administração pública?

---

<sup>16</sup> Administração Pública Federal = Administração Pública Direta, Autárquica e Fundacional, empresas públicas e sociedades de economia mista.

- (b) O que é a política espacial no Brasil? Quais as suas diretrizes, objetivos, metas e forma de implementação? Como ela se relaciona com as demais políticas públicas?
- (c) Quais as características da estrutura organizacional da área espacial na administração pública federal? Que relacionamentos podem ser identificados e pormenorizados entre esta estrutura e o ambiente no qual historicamente se conformou? De que maneira a estrutura organizacional está ou não ajustada às transformações identificadas no seu ambiente e à natureza da tarefa a ser empreendida?
- (d) Que obstáculos à implementação bem sucedida da política espacial podem ser associados a fatores e circunstâncias de natureza organizacional?
- (e) Que elementos e orientações deveriam ser considerados para uma reestruturação da área espacial, na sua dimensão organizacional?

### **2.2.2 Hipótese**

A hipótese da pesquisa é de que, no contexto de emergência da política espacial na agenda do Governo Federal - processo deflagrado pelo acidente ocorrido com o Veículo Lançador de Satélites brasileiro - o VLS-1, em agosto de 2003 - e considerando-se as transformações observáveis nas atividades espaciais em todo mundo, a atual estrutura da área espacial na administração pública federal não é compatível com os requisitos e conseqüências de natureza organizacional, decorrentes da implementação dessa política.

### **2.2.3 Delimitação do Estudo**

O estudo da estrutura que dá suporte às atividades espaciais no Brasil restringiu-se às instituições integrantes do SINDAE que conformam um sistema com dinâmica própria, inserido na área de abrangência das políticas industrial, de ciência e tecnologia e de defesa.

Por exemplo, os institutos de pesquisa que integram o SINDAE dependem, administrativa e financeiramente, de outras instituições das áreas militar e de ciência e tecnologia às quais estão vinculados. Dependem igualmente do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MP) e do Ministério da Fazenda (MF) que centralizam as decisões sobre gestão de recursos humanos e financeiros na esfera federal. No entanto, nosso estudo focalizou, nessas instituições, somente os aspectos relacionados à implementação do programa espacial.

Quanto à indústria, a instituição escolhida para vocalizar as expectativas e dificuldades enfrentadas por esse segmento foi a Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), que congrega as indústrias do setor aeroespacial e empresas de atividades afins e correlatas. Não foi escolhida nenhuma instituição específica para representar as universidades que desenvolvem atividades espaciais no Brasil, só pesquisadores isolados.

Os aspectos jurídicos referentes à modelagem das organizações integrantes do SINDAE extrapolam o âmbito desse estudo e devem ser objeto de análise específica.

## 2.2.4 Relevância do Estudo

A tecnologia espacial tem um papel fundamental na produção de bens e serviços essenciais para o Brasil. Talvez o caso mais óbvio seja o das comunicações por satélites, abrangendo a telefonia celular e os modernos sistemas de controle e segurança de vôo, baseados em satélites, mas ela é igualmente essencial para uma série crescente de aplicações que se tornaram indispensáveis à formulação de políticas públicas, dentre as quais:

- (a) monitoramento do desmatamento da Amazônia e de focos de incêndio em várias regiões do país;
- (b) acompanhamento da ocupação e da utilização dos solos urbano e rural;
- (c) previsão de safras agrícolas;
- (d) controle de poluição no oceano e em rios, decorrente de atividades industriais e da exploração de petróleo;
- (e) monitoramento e dimensionamento das bacias hidrográficas;
- (f) previsão do tempo e estudo do clima;
- (g) avaliação da evolução de epidemias;
- (h) monitoramento e planejamento da expansão urbana; e
- (i) monitoramento e controle de sistemas de transporte.

Há que se considerar ainda que a exploração comercial de bens e serviços espaciais tem crescido em importância e atrai grandes empresas como Boeing, Lockheed Martin, Raytheon, EADS Astrium e Mitsubishi. Apesar da presença marcante dessas empresas, em escala global, há ainda um mercado aberto, que poderia ser explorado pela indústria aeroespacial brasileira.

Apesar de sua importância para o bom desempenho do país na área espacial, e mesmo após o trágico acidente ocorrido com o VLS-1 V03, os problemas organizacionais que afetam o SINDAE não têm recebido a devida atenção do governo federal e permanecem relegados ao universo de cientistas e técnicos usualmente interessados no desenvolvimento de projetos tecnológicos.

Trata-se, portanto, de tema que se ressentir da ausência de estudos pormenorizados que subsidiem uma reestruturação do setor, nos moldes adotados por outros países que desenvolvem atividades espaciais, tais como Estados Unidos e França também analisados, de forma breve, no âmbito desse estudo.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

O Referencial Teórico utilizado para analisar a estrutura organizacional do SINDAE e sua adequação à implementação da política espacial é a Teoria da Contingência Estrutural (TCE). Trata-se de verificar a influência de um conjunto de fatores contingenciais sobre a estrutura organizacional que dá suporte ao desenvolvimento das atividades espaciais no Brasil. Complementarmente, utilizaremos abordagens organizacionais voltadas para a análise de sistemas de alto risco: Teoria do Acidente Normal (*Normal Accident Theory - NAT*) e Teoria das Organizações de Alta Confiabilidade (*High Reliability Theory - HRT*).

Para Burrell e Morgan (1979), a TCE está vinculada metodologicamente ao funcionalismo. Assim como o funcionalismo sociológico explica a estrutura social por suas funções, sua ramificação organizacional explica as variações de estrutura por funcionarem eficazmente em determinada situação. “A estrutura ajusta-se ao que há de contingente, que por sua vez, se ajusta ao meio ambiente. Adequação (*fit*) ou congruência é a premissa subjacente. Organizações buscam a adequação, ajustando suas estruturas a suas contingências, e isto leva à associação observada entre contingência e estrutura.” (DONALDSON, 1998: 113-114). Trata-se, segundo o mesmo autor, da “mais ampla corrente isolada de ciência normal no estudo de estrutura organizacional até o presente”. Segundo Tushman e Nadler (1994: 39-40), a congruência pode ser definida como “o grau em que as necessidades, demandas, metas e estruturas de um componente (organizacional) são coerentes com as necessidades, demandas e estruturas de outro componente”.

Donaldson (1998: 106) sustenta que “a tarefa da pesquisa contingencial é identificar o fator ou fatores contingenciais particulares aos quais cada aspecto da estrutura organizacional

precisa adequar-se. Isto envolve a construção de modelos teóricos de adequação entre fatores contingenciais e estruturais, e seu teste frente a dados empíricos. Os dados empíricos geralmente consistem em dados que comparam diferentes estruturas organizacionais com seus fatores contingenciais e estruturais”.

A TCE estabelece que não há uma estrutura organizacional que seja efetiva para todas as organizações. A otimização da estrutura variará de acordo com uma série de fatores contingenciais. Por estrutura organizacional entende-se tanto a organização formal quanto a organização de fato, ou seja, informal. A tentativa de identificar variáveis contingenciais críticas tem levado à investigação de questões tais como as tecnologias da organização, a natureza do ambiente em que se insere e as interdependências que existem entre as unidades que a compõem (TUSHMAN e NADLER, 1978).

A abordagem contingencial pretende demonstrar que a adoção de modelos rígidos e formalistas, ou, ao contrário, de modelos flexíveis e informais, é decorrência do ambiente e do grau de incerteza sob o qual atua a organização. A hipótese central da TCE é a de que estruturas hierárquicas e centralizadas são adequadas a ambientes de “baixo grau de incerteza”, enquanto estruturas comunicativas e participativas são mais adequadas a situações de “elevado grau de incerteza”.

Pressupõe-se que, em ambientes de baixo grau de incerteza, tarefas sejam executadas de forma mais eficaz e efetiva, por meio de uma hierarquia centralizada que permita economia de recursos e controle mais estrito. À medida que o tamanho da organização aumenta, estruturas simples e centralizadas são substituídas por estruturas burocráticas, altamente hierarquizadas e especializadas. Essas estruturas favorecem a descentralização porque os funcionários passam a ser controlados por um conjunto de regras ou normas. Os malefícios da burocracia, fartamente descritos na literatura, tais como rigidez, disfunções e perda de

controle, são compensados pelo aumento na previsibilidade, redução do salário médio e aumento na informatização. Quando a complexidade dos produtos e serviços das organizações ou sua abrangência territorial aumentam, aumenta também a sua complexidade estrutural, o que conduz a graus mais elevados de descentralização e à adoção de uma estrutura divisional ou matricial.

Por outro lado, a efetividade das organizações inseridas num ambiente de elevado grau de incerteza depende da sua capacidade de inovação. Para tanto, elas têm que recorrer a conhecimentos especializados, o que exige flexibilização da estrutura hierárquica, pois tais conhecimentos podem estar localizados nos níveis hierárquicos inferiores ou podem ser privativos de determinados grupos ou categorias profissionais. Em geral, podemos afirmar que, quanto maior a incerteza ambiental, mais complexa e mais dependente de arranjos *ad hoc* torna-se a programação das atividades organizacionais.

**Tabela 3 - Adequação do Modelo de Organização à Situação (Tarefa e relações ambientais)**

SITUAÇÃO MODELO ORGANIZACIONAL	BAIXO GRAU DE INCERTEZA	ELEVADO GRAU DE INCERTEZA
Mecanicista	Adequação	Rigidez
Orgânico (Flexível, Informal)	Laissez-Faire	Adequação

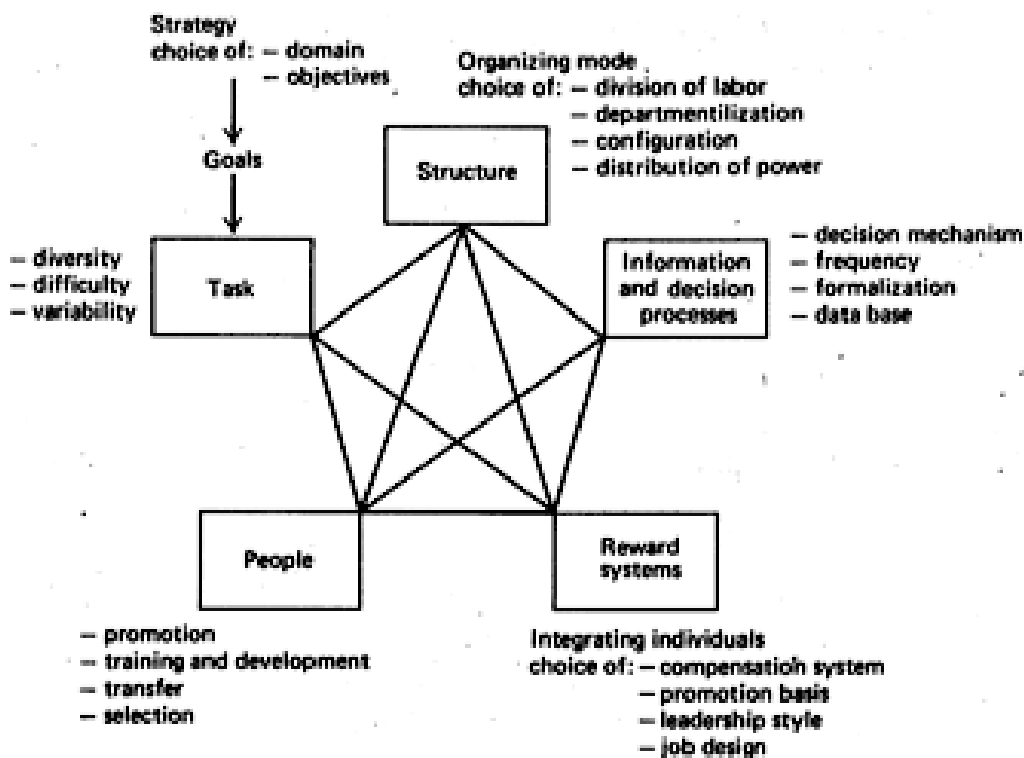
Fonte: CAVALCANTI, Bianor Scelza. *Fundamentos da Modelagem Organizacional*, digitado.

Na prática, é muito difícil encontrar situações em que os modelos devam ser aplicados em suas formas puras. Pode-se afirmar genericamente que as organizações devem se aproximar deste ou daquele modelo, mas é freqüente a necessidade de soluções diferenciadas dentro de uma mesma organização, em função de suas subatividades e subsistemas e das relações ambientais que os afetam.

No âmbito da TCE, destaca-se o arcabouço analítico abrangente proposto por Galbraith (1977) para analisar organizações ou sistemas organizacionais e propor desenhos organizacionais mais efetivos frente à incerteza ambiental associada à tarefa a cargo da organização.

Este modelo, representado na Figura 2, integra diferentes variáveis e enfoques organizacionais que se propõem a explicar a eficiência e a eficácia das organizações. Começando pelos clássicos, para os quais as variáveis de estrutura - divisão do trabalho, configuração estrutural, departamentalização, distribuição de poder e autoridade - são determinantes da eficiência e eficácia organizacionais, o modelo também incorpora as contribuições mais recentes das Escolas de Relações Humanas e de Desenvolvimento Organizacional, além das variáveis relacionadas aos processos decisórios e informacionais, ressaltadas por Herbert Simon e pelo *new management*.

**Figura 2 - Esquema para análise organizacional proposto por Galbraith**



Fonte: GALBRAITH, Jay. *Organizational Design*, 1977

O elemento de integração do modelo é o enfoque sistêmico- contingencial que vincula o comportamento das variáveis organizacionais à natureza da tarefa a cargo da organização, determinada pelo seu domínio e pelos seus objetivos.

A exigência de desempenho da tarefa sob condições de incerteza é a circunstância fundamental que requer o ajustamento da estrutura organizacional. A incerteza implica a exigência de maior volume de informações e seu processamento com vistas à obtenção de desempenho satisfatório. É definida por Galbraith (1977) como a diferença entre a quantidade de informação requerida para o desempenho da tarefa e a quantidade já possuída pela

organização. A quantidade de informação varia em função da diversidade de suas metas, da divisão do trabalho e do nível esperado de desempenho. De uma forma geral, há uma exigência crescente de informação sob condições de incerteza. O desenho organizacional é a forma de ajustamento baseada na intervenção sobre a estrutura, enquanto resposta às circunstâncias que determinam maior ou menor incerteza nas condições sob as quais operam as organizações.

O modelo mecanicista de organização é adotado como referência para o estudo da dinâmica e circunstâncias que envolvem o desenho organizacional. Trata-se do modelo prevalecente no mundo atual, baseado na divisão do trabalho e na necessidade de adequado funcionamento de diversos mecanismos de processamento de informação, como condição para o bom desempenho. Dessa forma, o desenho organizacional consiste essencialmente em criar esses mecanismos na forma adequada, considerando as circunstâncias ambientais relacionadas com a tarefa. A análise desses mecanismos constitui o argumento básico de Galbraith. Esses mecanismos são descritos a seguir.

O mecanismo básico é a hierarquia de autoridade, que possibilita a identificação de responsáveis e respectivas atribuições, embora sujeito a limitações na sua capacidade de processamento de informações, sob contextos de incerteza crescente, em especial devido à rigidez dos canais e de sua estruturação verticalizada.

Regras, programas e procedimentos são mecanismos de antecipação de decisões, em conexão com a hierarquia, voltados, em geral, para as tarefas mais simples ou rotinizadas. Esse mecanismo pode resultar em disfunções devido à sobrecarga de demandas que alimenta, pressionando os níveis hierárquicos, uma vez que não é adequado ao processamento de tarefas de maior complexidade e incerteza.

A especialização, por meio da constituição de equipes na forma de *staffs*, é também um mecanismo que pode se conjugar à hierarquia e à divisão funcional de trabalho para dar conta de tarefas de alta complexidade e/ou especificidade. Envolve a delegação de autoridade, com a substituição de controles de supervisão pela seleção de especialistas ou quadros qualificados. Essa delegação pode ocorrer também na forma de planos e programas, quando a hierarquia e o comando dão lugar à fixação de metas e objetivos, removendo-se o controle rotinizado e contínuo.

A redução da abrangência (*span*) do controle hierárquico é outra alternativa para lidar com o crescimento da incerteza. O crescimento do tamanho das organizações é uma circunstância que leva ao aumento da abrangência dos controles, mas o inverso se verifica em relação à ampliação da incerteza, a qual redundando em redução da abrangência dos controles, conforme indicado por estudos empíricos. Mas o crescimento disfuncional de níveis hierárquicos estaria associado ao aumento da incerteza e complexidade relacionadas à tarefa e da profissionalização dos quadros. Para fazer frente a essa circunstância, outros mecanismos de organização alternativos ao modelo mecanicista podem ser adotados.

Dentre os mecanismos alternativos, inclui-se a influência sobre o ambiente, por meio de intervenções da organização, que podem incluir respostas à competição, construção de imagem da organização (relações públicas) ou correção de circunstâncias adversas de mercado. A criação de “folgas” (*slacks*) nos recursos disponíveis é outro mecanismo que pode ser utilizado pela organização para reduzir a demanda que pressiona a estrutura hierárquica por meio de contatos ou relacionamentos horizontais, reuniões ou pela constituição de forças-tarefa ou equipes por produto ou por área geográfica, para dar conta de demandas críticas específicas. Esses mecanismos representam processos laterais de coordenação e processamento de informação que se superpõem à estrutura hierárquica verticalizada.

É possível também a redução da especialização na divisão de trabalho interna, tornando a realização da tarefa menos interdependente e ainda, investimentos no fortalecimento de sistemas de informação.

Galbraith (2002: 45-47) classifica os mecanismos laterais de coordenação em 5(cinco) tipos, detalhados a seguir, conforme a quantidade de tempo e energia dedicados à sua implantação.

O primeiro tipo engloba os processos laterais, informais ou voluntários, que são os menos onerosos e os mais fáceis de utilizar. Embora eles ocorram naturalmente, os *designers* (inclusive os gerentes) podem induzir o aumento de suas frequência e efetividade.

O segundo tipo é a e - coordenação, por meio do uso das Tecnologias de Informática e Comunicação (TIC), que permitem combinar os esforços de várias pessoas para desenvolver um novo produto ou atender ao mesmo cliente.

O terceiro tipo de mecanismo lateral, os grupos formais, requer mais tempo e comprometimento que os anteriores. Nesse caso, os grupos ou forças-tarefa são criados formalmente, seus membros designados também formalmente, definidos os cronogramas e os objetivos. O custo mais elevado desse mecanismo, em termos de tempo e de energia dedicados à sua implantação, deve-se ao fato dos grupos formais não serem utilizados para substituir os grupos informais, mas sim para complementá-los.

O quarto tipo incorpora a função dos integradores para liderar os grupos formais. Em alguns casos, esses integradores são totalmente dedicados à tarefa. Esses são os gerentes de produto, gerentes de projeto, gerentes de processo, gerentes de marca, e assim por diante.

O quinto tipo e o mais difícil de ser implantado é a organização matricial. Nesse caso, o papel do integrador torna-se uma posição organizacional de linha. Dessa forma, uma pessoa

que trabalhe em um projeto tem dois “chefes”, ou seja, está associada a duas linhas de comando. A organização matricial deve ser usada somente quando houver necessidade de equilíbrio de poder.

O aspecto mais complexo da implantação dos mecanismos laterais é a garantia de dedicação exclusiva dos integradores à tarefa. É preciso ter meios adequados para remunerá-los e recompensá-los por produtividade, além de não ser nada fácil encontrar líderes que detenham conhecimento especializado, visão global e estratégica do setor e capacidade de lidar com controvérsias e visões diferentes, dentro e fora das organizações.

Os gerentes que estão na estrutura hierárquica formal têm autoridade e controle dos recursos organizacionais. Por sua vez, o poder dos integradores pode ter origem em um dos seguintes fatores: (a) estrutura do cargo – a situação ideal é aquela em que o integrador reporta-se diretamente ao gerente geral; (b) escolha do *staff* - integradores devem ter habilidades interpessoais e capacidade de trabalhar em rede. As habilidades técnicas são secundárias. Os gerentes da estrutura formal devem ter habilidade para influenciar sem usar autoridade; (c) *status* do cargo - integradores com *status* mais alto (político, por exemplo) têm maior capacidade de influência; (d) sistemas de informação - organizações multidimensionais requerem sistemas multidimensionais de informação; (e) processos de planejamento - sistemas multidimensionais de informação podem ser usados para apoiar os processos de planejamento; (f) sistemas de recompensas - devem ser integrados aos sistemas de informação e de planejamento; (g) controle sobre os recursos orçamentários (*budget authority*) - controle sobre os recursos do projeto, processo ou mercado sob sua responsabilidade; e (h) cadeia de comando dual (*dual authority*) - corresponde à criação de uma estrutura matricial formal, com duas linhas de comando.

Conforme mencionado anteriormente, a TCE foi desenvolvida sob o paradigma funcionalista, no qual a modelagem é entendida como etapa delimitada de planejamento da estrutura formal das organizações, a partir da análise do ambiente e da tarefa, cuja implementação afetará a distribuição de recursos, de informação e de poder nas organizações para promover a melhoria do desempenho gerencial.

Abordagens interpretativas propõem, alternativamente, que a modelagem organizacional seja considerada não como etapa prévia e condicionante do desempenho organizacional, mas sim como atividade contínua, com sentido essencialmente interpretativo e prático, confundindo-se com a prática gerencial propriamente dita.

Autores como Karl Weick (1995) contestam as premissas que orientam as abordagens de corte funcionalista e sustentam que a estrutura formal não representa uma barreira ou limitação ao trabalho do gerente improvisador (*bricoleur*) que sabe usar os recursos disponíveis à mão, de forma criativa. Trata-se, em última instância, de desqualificar a existência de uma estrutura organizacional adequada como pré-requisito para o bom desempenho das organizações.

A metáfora da arquitetura, associada às abordagens funcionalistas e a metáfora da improvisação, associada às abordagens interpretativas, ilustram bem a aparente contradição entre as duas visões, contradição que pode ser superada se a análise e a intervenção modeladoras incorporarem as críticas de Weick e de outros autores que questionam a modelagem organizacional. Dessa forma, aspectos menos tangíveis, tais como a criatividade e a capacidade de improvisação dos gerentes, seriam incorporados ao conjunto de aspectos formais focalizados pelas abordagens tradicionais, de modo a propiciar um melhor entendimento dos problemas reais das organizações.

Exemplo de esforço conciliatório entre estas abordagens é o esquema analítico

desenvolvido por Cavalcanti (2005) para estudar as estratégias de gestão de um grupo de dirigentes da APF.

A partir das narrativas dos entrevistados, foram categorizadas oito estratégias de ação adotadas pelos dirigentes para superar as limitações estruturais da APF: compartilhar quadros de referência; explorar os limites da formalidade; fazer o jogo da burocracia; induzir o envolvimento dos outros; promover a coesão interna; criar escudos contra as transgressões; superar restrições internas; e permitir o florescimento de estruturas. Cada um desses blocos de estratégia foi analisado à luz da abordagem interpretativa da modelagem organizacional. Para ilustrar o conceito subjacente a essas estratégias, o autor recorre à metáfora da equalização, emprestada da eletrônica, que significa a redução da distorção de um sinal por meio de circuitos compensadores.

Longe de negar, tal como Weick, a centralidade das estruturas formais para o bom desempenho das organizações, Cavalcanti reconhece a existência de limitações, impostas tanto pela estrutura rígida e centralizada da APF quanto por características culturais da nossa sociedade, na qual “a política assume os tons e nuances do patrimonialismo, clientelismo, corporativismo, nepotismo, quando não do ainda presente coronelismo” (Cavalcanti, 2005: 22). As estratégias adotadas pelos dirigentes entrevistados são exemplos de ações equalizadoras, destinadas a compensar a incongruência de um ou mais componentes da estrutura com os requisitos da tarefa.

A premissa subjacente é a que a administração pública brasileira apresenta incongruências que podem ser explicadas, em grande medida, pelo ambiente sócio-cultural e político no qual ela se insere, e pela predominância das organizações burocráticas em diversas esferas sociais, inclusive na governamental, nas quais a hierarquia e a base normativa substituem parâmetros gerenciais baseados na busca da eficácia. A adoção dessa premissa

explicaria a resiliência da máquina administrativa diante das diversas tentativas de reforma do aparelho do Estado, levadas a cabo nas últimas décadas no Brasil. O esforço analítico desenvolvido pelo autor favorece a interpretação de que, ao se deparar com a quase impossibilidade de realizar uma modelagem organizacional para atender aos requisitos das tarefas a seu cargo, restaria ao gestor público adotar estratégias de equalização para obter bons resultados organizacionais.

Ao utilizarmos a abordagem contingencial, de orientação funcionalista, para analisar as organizações inseridas num ambiente de elevado grau de incerteza, vimos que as mesmas devem recorrer a conhecimentos especializados, o que exige flexibilização da estrutura hierárquica (Burns & Stalker, 1961; Lawrence & Lorsch, 1967), pois esses conhecimentos podem estar localizados nos níveis hierárquicos inferiores ou podem ser privativos de determinados grupos ou categorias profissionais. Nessas circunstâncias, mecanismos centralizados e burocratizados de controle não são capazes de responder de forma suficientemente rápida e eficaz.

Uma das desvantagens da descentralização é a delegação de riscos a níveis mais baixos da organização. Charles B. Perrow (1999), Nicolas Dulac, Nancy Leveson e Karen Marais (2004) questionam a adequação de modelos mais flexíveis e descentralizados de governança a sistemas como usinas nucleares e programas espaciais, os quais seriam, na visão desses autores, sujeitos inevitavelmente a falhas ou acidentes.

Perrow(1999) sustenta que sistemas deste tipo seriam caracterizados por duas dimensões relacionadas, complexidade interativa e acoplamento forte (*tight coupling*), que juntas provocariam uma maior susceptibilidade a acidentes. O aspecto mais original dessa teoria é que a susceptibilidade a acidentes é uma propriedade atribuída aos próprios sistemas, e não aos erros cometidos por seus planejadores ou operadores.

Sistemas com complexidade interativa são aqueles em que cada componente pode interagir com um ou mais componentes fora da seqüência normal de produção, em virtude do sistema ter sido desenhado dessa forma *ou não*. Essas interações não são visíveis ou não são imediatamente compreensíveis para os operadores do sistema. Nos sistemas fortemente acoplados, cada parte está de tal forma vinculada a muitas outras diferentes que mudanças ocorridas em qualquer uma delas afetam rapidamente o status das demais. Sistemas fortemente acoplados respondem rapidamente a perturbações, mas essa resposta pode ser desastrosa. Ao contrário, sistemas fracamente acoplados podem absorver falhas sem se desestabilizarem (PERROW, 1999). As Tabelas, 4 e 5, detalham as características atribuídas por Perrow a esses sistemas.

**Tabela 4 - Sistemas Complexos versus Sistemas Lineares**

SISTEMAS COMPLEXOS	SISTEMAS LINEARES
Espaçamento apertado entre os equipamentos	Equipamentos espalhados
Etapas de produção próximas	Etapas de produção segregadas
Muitas conexões usuais entre os componentes fora da seqüência normal de produção	Conexões usuais limitadas ao fornecimento de energia e ao meio ambiente
Isolamento limitado dos componentes falhos	Fácil isolamento dos componentes falhos
Especialização de pessoal limita a consciência da interdependência	Menor especialização do pessoal
Substituição limitada de suprimentos	Substituição extensiva de suprimentos
Interações não familiares ou não planejadas	Poucas interações não planejadas
Muitos parâmetros de controle com interações potenciais	Poucos parâmetros de controle diretos e separados
Fontes de informação indiretas ou inferenciais	Fontes de informação diretas e <i>on-line</i>
Compreensão limitada de alguns processos	Compreensão ampla de todos os processos

*Fonte: Adaptado de PERROW, Charles. Normal Accidents, 1999, p. 88*

De acordo com a NAT, sistemas fortemente acoplados e com complexidade interativa serão afetados por acidentes que não podem ser previstos ou evitados. Se, além dessas características, o sistema puder causar uma catástrofe - configurada pela perda de vidas

humanas e animais e por danos irreversíveis ao meio ambiente - ele deve ser classificado como de alto risco.

**Tabela 5 - Tendências dos Acoplamentos Forte e Fraco**

ACOPLAMENTO FORTE	ACOPLAMENTO FRACO
Atrasos no processamento impossíveis	Atrasos no processamento possíveis
Seqüências invariantes	Ordem das seqüências pode ser alterada
Somente um método para atingir o objetivo	Métodos alternativos possíveis
Pequenas folgas ( <i>slacks</i> ) possíveis em suprimentos, equipamentos e pessoal	Possibilidade de folgas nos recursos
Buffers e redundâncias são inseridos no desenho ( <i>designed in</i> ), deliberadamente.	<i>Buffers</i> e redundâncias fortuitas
Substituições de suprimentos, equipamentos e pessoal limitados e <i>designed-in</i> .	Substituições fortuitas possíveis

Fonte: Adaptado de PERROW, Charles. *Normal Accidents*, 1999, p. 96

Os sistemas espaciais conjugam alta complexidade interativa e acoplamento forte, afirma Perrow (1999), mas seu potencial catastrófico seria pequeno, segundo o autor, uma vez que, em caso de acidentes, a perda de vidas humanas se restringiria aos seus operadores - astronautas e técnicos. Mas ele admite que o uso de combustíveis nucleares para propulsão de naves espaciais possa causar catástrofes que atinjam a população. Os casos analisados por Perrow (1999) referiam-se todos ao programa espacial civil norte-americano, desenvolvido pela NASA. Mas há relatos sobre acidentes com veículos lançadores chineses que provocaram a morte de dezenas de pessoas não diretamente envolvidas nas operações de lançamento e que não foram analisados em seu famoso livro. O acidente com maior número de vítimas na população, não diretamente envolvida com o lançamento, foi a queda do foguete chinês Longa Marcha 3B, em uma aldeia próxima à plataforma de lançamento, ocorrida em fevereiro de 1996, com um número oficial de 57 vítimas fatais. O maior acidente

do programa russo - a explosão, no final dos anos 50, de um foguete Soyuz no Cosmódromo de Baikonur, só revelada ao Ocidente após o fim da Guerra Fria - não afetou a população, embora tenha produzido um saldo trágico de mais de uma centena de mortes de técnicos envolvidos na operação de lançamento.

Ao analisar diversos acidentes ocorridos no âmbito do programa espacial civil norte-americano, o autor levanta uma questão crucial para o desenho organizacional: se os sistemas espaciais têm alta complexidade interativa e são fortemente acoplados, além de poderem causar catástrofes, ainda que de pequenas proporções, quem está mais apto a lidar com os problemas inevitáveis: os operadores ou os planejadores/gerentes?

Perrow (1984: 261) sustenta que “algumas variantes da teoria organizacional, reforçadas por valores democráticos, afirmam genericamente que aqueles mais próximos aos distúrbios do sistema estão em melhor posição para agir contra eles. A recomendação é descentralizar. Mas outras variantes e muito da lógica da engenharia afirmam que aqueles próximos aos distúrbios não podem agir rápido o suficiente ou com a compreensão necessária, para lutar; portanto, os planejadores deveriam eliminar, tanto quanto possível, as tarefas humanas e entregá-las às máquinas e os gerentes deveriam ter os meios para dizer ao sistema e aos operadores o que eles deveriam fazer exatamente. A recomendação é centralizar. O conflito entre essas duas visões atravessa o programa espacial.”

O autor não se posiciona sobre qual das duas visões seria mais adequada à gestão de sistemas de alto risco. Devido à complexidade desses sistemas, a descentralização é necessária porque seus operadores teriam mais condições de lidar com as interações e falhas não planejadas. Por outro lado, devido ao acoplamento forte, que requer obediência sem questionamentos e resposta imediata, a opção mais recomendada é a centralização. Tais demandas seriam, na opinião de Perrow, incompatíveis, inconciliáveis.

O fatalismo é uma característica marcante da teoria elaborada por Perrow (1999): ele chega a afirmar que esses sistemas superam nossa capacidade administrativa e que deveriam ser abandonados, devido aos seus elevados custos sociais, superiores aos benefícios esperados, em especial, aqueles capazes de causar grandes catástrofes. Esse fatalismo é corroborado por acontecimentos trágicos tais como os acidentes nucleares de *Three Mile Island e Chernobyl* e as explosões dos ônibus espaciais da NASA, *Challenger e Columbia*.

Em contraposição, a filosofia da descentralização é marcante na HRT, misturada com doses adequadas de centralização, ou seja, mantendo-se a cadeia de comando. Isso significa que a operação desses sistemas continuaria sob a responsabilidade de uma autoridade superior, mesmo que os diretamente envolvidos na operação possam eventualmente abortá-la.

Pesquisadores que trabalham com essa abordagem, dentre os quais destacamos Todd La Porte e Paula Consolini (1991), Karl E. Weick e Kathleen M. Sutcliffe (2001) contestam a tese de Perrow e sugerem que sistemas fortemente acoplados e com complexidade interativa podem operar com baixa frequência de acidentes por longos períodos de tempo, se forem deliberadamente ajustados para aumentar a segurança.

Algumas características comuns às organizações capazes de operar estes sistemas com baixa taxa de acidentes - as Organizações de Alta Confiabilidade (*High Reliability Organizations*)- foram resumidas, por Weick e Sutcliffe (2001:10), nos seguintes itens: (a) preocupação com falhas; (b) relutância em simplificar interpretações; (c) sensibilidade para a parte operacional; (d) comprometimento com a resiliência; e (e) deferência para com o conhecimento técnico.

Foram identificadas, no âmbito dos estudos da HRT, quatro medidas que supostamente contribuiriam para limitar o número de acidentes e falhas nesses sistemas e paralelamente garantir bons resultados: ( a) priorização de ambas, segurança e performance, e

consenso sobre os objetivos da organização; (b) promoção de uma cultura de “confiabilidade” nas operações centralizadas e descentralizadas simultaneamente; (c) uso de estratégias de aprendizagem organizacional que maximizem conhecimentos sobre acidentes, incidentes e erros; e (d) uso extensivo de redundância técnica<sup>17</sup> e de pessoal<sup>18</sup> (DULAC, LEVESON, e MARAIS, 2004).

Manter a percepção de vulnerabilidade, combater a assimilação de condutas inadequadas (*normalization of deviance*), estimular a comunicação aberta e franca entre o nível técnico e gerencial das organizações e adotar mecanismos de gestão de riscos são estratégias propaladas pelos estudiosos das HRT, a partir de estudos de casos de sistemas de alto risco que operam com baixa taxa de acidentes ou falhas.

Dulac, Leveson e Marais (2004) questionam os pressupostos e as recomendações da HRT, em especial, a equivalência entre os conceitos de confiabilidade e segurança e a utilização da redundância técnica como panacéia para a solução dos problemas associados à complexidade.

Eles sustentam que, em sistemas complexos, acidentes podem acontecer mesmo que cada subsistema ou componente funcione perfeitamente. Segurança seria uma propriedade *emergente* do sistema, não de cada componente individual. Ademais, a priorização simultânea de segurança e desempenho - uma medida que supostamente reduziria a ocorrência de acidentes, segundo a HRT - parece ser contraditória, pois os objetivos de segurança, não raro, costumam conflitar com os objetivos de desempenho. A maioria dos projetos tecnológicos

---

<sup>17</sup> Duplicação de sistemas, subsistemas e componentes.

<sup>18</sup> Duplicação de postos e funções, em especial, na área de segurança. Por exemplo, designar mais de um funcionário ou setor para fazer a checagem de um sistema.

seria inviável, argumentam os autores, caso a segurança fosse, de fato, priorizada tanto quanto o desempenho.

Quanto à decisão descentralizada, propugnada pelos pesquisadores da HRT, ela poderia conduzir, segundo Dulac, Leveson, e Marais (2004) a graves acidentes em sistemas técnica e socialmente complexos.

Como as tecnologias avançam mais rápido que as técnicas de engenharia, o aprendizado organizacional sobre como evitar acidentes pode ser perdido ou tornar-se ineficaz quando tecnologias tradicionais são substituídas por tecnologias mais novas e sofisticadas. Dulac, Leveson e Marais (2004: 9) afirmam que “organizações como a NASA e as militares que operam nos limites da inovação tecnológica nem sempre têm experiências passadas com as quais possam aprender. Lições aprendidas sobre tecnologias antigas nem sempre são aplicáveis às novas tecnologias. Por exemplo, sistemas digitais estão mudando a natureza dos acidentes e até mesmo os tipos de erros cometidos pelos operadores. A experiência com velhos sistemas eletromecânicos não se aplica aos desenhos e à tecnologia dos novos sistemas.”

Finalmente, em relação à redundância técnica, os autores afirmam que ela não oferece proteção contra erros de desenho, mas somente contra falhas aleatórias, e que a maioria dos acidentes que ocorrem em sistemas de alto risco, segundo o conceito adotado por Perrow (1999), não envolve falhas aleatórias de componentes, mas resulta de interações disfuncionais entre componentes. Nesse caso, a redundância não só não ajuda a evitar acidentes como pode contribuir para sua ocorrência. O mesmo argumento seria válido para o processo decisório no âmbito das organizações: “decisões” isoladamente corretas (confiáveis) podem interagir de forma disfuncional.

Ainda sobre a redundância técnica, em sua obra mais recente, Perrow (2007: 328-329) distingue três tipos de redundância: redundância de substituição (*replacement redundancy*), redundância de espelhamento (*mirroring redundancy*) e redundância de ligação (*replication/link redundancy*). As duas últimas seriam comuns em estruturas em rede como a Internet, embora não sejam, segundo o autor, fontes de falhas como a redundância de substituição, a qual corresponde à duplicação de componentes ou subsistemas. Ele chega a sugerir que estruturas desconcentradas, em rede, seriam menos sujeitas a falhas que as estruturas concentradas tradicionais, mas insiste que as primeiras teriam que ser objeto de regulação centralizada. Perrow (2007) diferencia as redundâncias planejadas, que ele considera essenciais e seguras, das redundâncias adicionadas posteriormente, tais como dispositivos de segurança, que seriam fontes freqüentes de falhas de sistema, uma vez que sua interação potencial com outros componentes não é prevista pelos *designers* tampouco pelos operadores.

Estes últimos desdobramentos da tese de Perrow não são aceitos por autores também renomados como Sagan (2004) para quem, no cotidiano das organizações, mesmos os dispositivos concebidos para atuar de forma independente acabam por interagir, tornando o sistema mais complexo e mais imprevisível. Sobre a redundância de pessoal, Sagan (2004) afirma que os seres humanos, ao contrário dos dispositivos técnicos, percebem a presença um do outro e que a adição de mais um guarda, piloto ou operador de radar pode tornar os outros menos alertas e menos responsáveis.

Um fator importante, na avaliação de Dulac, Leveson e Marais (2004), é a incerteza: técnica, organizacional e social. A incerteza é que torna a engenharia tão desafiadora e ocasionalmente sujeita a erros. A incerteza técnica seria inerente aos sistemas tecnológicos complexos, como os ônibus espaciais norte-americanos, por exemplo. Mas esses sistemas

existem em um ambiente de elevada incerteza organizacional e política. Sendo assim, a modelagem de um sistema seguro deveria considerar todos os aspectos - físicos, organizacionais e sociais – bem como suas interações.

Esta visão é reforçada por Leveson (2004) que identifica um conjunto de mudanças, visíveis desde a Segunda Guerra Mundial, as quais exercem forte influência sobre os tipos de sistemas e o ambiente em que eles se desenvolvem. Essas mudanças estariam forçando os limites dos atuais modelos e técnicas de engenharia de segurança: (a) ritmo rápido das mudanças tecnológicas; (b) mudanças na natureza dos acidentes; (c) novos tipos de riscos; (d) tolerância decrescente com acidentes simples; (e) complexidade e acoplamento crescentes; (f) relações mais complexas entre os seres humanos e a automação; e (g) mudanças na regulação governamental e na visão do público sobre segurança.

Para lidar com estas mudanças, a autora propõe a criação de um modelo mais efetivo, com base na Teoria de Sistemas, que não se restrinja a identificar “culpados”, mas que ajude os engenheiros a entender e lidar com todos os fatores envolvidos, incluindo aqueles relacionados às estruturas organizacionais e sociais.

## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo, faremos uma descrição da metodologia a ser utilizada neste estudo que pode ser definida como um Estudo de Caso do SINDAE.

Segundo Yin (2001: 21), “a clara necessidade de estudos de caso surge do desejo de se compreender fenômenos sociais complexos. Em resumo, o estudo de caso permite uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas da vida real - tais como ciclos de vida individuais, processos organizacionais e administrativos, mudanças ocorridas em regiões urbanas, relações internacionais e a maturação de alguns setores.”

### 4.1 *Tipo de Pesquisa*

Quanto aos fins, trata-se de *pesquisa explicativa*, motivada pela necessidade de identificar os fatores de natureza organizacional que possam estar afetando a eficácia das atividades espaciais brasileiras.

Quanto aos meios, a pesquisa será *bibliográfica, documental e de campo*.

### 4.2 *Coleta de Dados*

Eisenhardt (1989) afirma que existem múltiplos métodos de coletas de dados, aplicáveis aos Estudos de Caso. Idealmente, as evidências obtidas de duas ou mais fontes convergirão para dar suporte aos achados da pesquisa. As evidências, qualitativas (ex: palavras), quantitativas ou ambas, podem são obtidas a partir de bibliografia, documentos

institucionais de circulação restrita, entrevistas e observação direta. O objetivo é obter uma gama de dados relacionados ao objeto da pesquisa bem como capturar a complexidade do contexto no qual ele se encontra inserido.

No estudo sobre o SINDAE, os dados foram coletados por meio de:

- (a) Pesquisa bibliográfica em livros e revistas, nacionais e estrangeiros, teses e dissertações sobre o tema;
- (b) Pesquisa bibliográfica nos arquivos virtuais do Departamento de Política Espacial da *George Washington University (GWU)* e do *European Space Policy Institute (ESPI)*;
- (c) Pesquisas bibliográfica e documental nos arquivos da AEB, do INPE, instituições vinculadas ao Ministério da Ciência e Tecnologia, e do CTA, vinculado ao Comando da Aeronáutica do Ministério da Defesa, visando a identificação de documentos de política, atos normativos, relatórios e pareceres técnicos;
- (d) Pesquisa bibliográfica e documental nos arquivos do MP - órgão que centraliza as decisões sobre contratação e remuneração de pessoal e elabora as normas referentes à aquisição de bens e serviços da Administração Pública Federal;
- (e) Pesquisa documental nos arquivos virtuais da NASA e do CNES, agências espaciais, norte-americana e francesa, respectivamente;
- (f) Pesquisa de campo, constituída por entrevistas semi-estruturadas com uma amostra, definida por critério de tipicidade, do universo de dirigentes e técnicos dos órgãos e entidades brasileiras mencionadas no item anterior, representantes da indústria aeroespacial e pesquisadores da área espacial de universidades brasileiras.

Os questionários, elaborados com base na revisão da literatura sobre estudos organizacionais e no mapeamento dos principais desafios enfrentados pelo setor espacial brasileiro, foram testados previamente num grupo reduzido de entrevistados, todos da AEB, antes de serem aplicados ao conjunto da amostra.

### **4.3 Tratamento de Dados**

Foi feita uma análise do conteúdo das informações obtidas nas pesquisas, documental e de campo, utilizando uma grade de análise mista. Ou seja, embora as categorias de análise tivessem sido definidas *a priori* - com base na revisão da literatura sobre estudos organizacionais, realizada na etapa de pesquisa bibliográfica - foram incluídas novas categorias, surgidas no decorrer da análise.

Foram adotadas como referência para a análise da estrutura organizacional do SINDAE as categorias propostas por Galbraith (1977: 28-31) e pelas abordagens organizacionais associadas a sistemas de alto risco: Teoria do Acidente Normal (*Normal Accident Theory - NAT*) e Teoria das Organizações de Alta Confiabilidade (*High Reliability Theory - HRT*).

A interpretação dos achados da pesquisa foi feita por meio de uma construção iterativa de explicações ou respostas às questões a serem respondidas. Os dados da pesquisa de campo, relacionados a possíveis desajustes na estrutura do SINDAE, foram tratados por meio da análise de frequências. Ao final, retornamos à hipótese da pesquisa para confirmá-la ou não e formular explicações compatíveis.

## 5 ANÁLISE DO SINDAE

Neste capítulo, faremos uso do arcabouço analítico proposto por Galbraith (1977; 2002) para analisar organizações ou sistemas organizacionais e propor desenhos mais efetivos frente à incerteza ambiental associada à tarefa da organização.

Este arcabouço, conforme detalhado no “Referencial Teórico”, é representado por uma estrela cujas extremidades correspondem às cinco categorias de análise: a primeira é a *estratégia* que determina a direção a ser seguida pela organização; a segunda é a *estrutura* que determina a localização do poder de decisão; a terceira corresponde aos *processos* relacionados ao fluxo de informações e às tecnologias de informação e comunicação; a quarta corresponde aos *sistemas de recompensa*; e, finalmente, a quinta categoria do modelo está relacionada à *política de pessoal* que influencia as visões e as competências dos empregados.

O objeto da análise é o SINDAE, sistema instituído pelo Decreto nº. 1.953, de 10 de julho de 1996, e integrado por organizações públicas e privadas voltadas para o desenvolvimento de atividades espaciais no Brasil, conforme descrito no item “Contextualização”.

Para atingir seus objetivos como uma organização única, os sistemas adotam uma estrutura e processos para organizar as atividades de seus membros. O conceito de estrutura refere-se aos arranjos que são estabelecidos para definir os papéis individuais. Os processos são concebidos como fluxos de atividades e se referem à direção e à frequência do fluxo real de recursos e informações entre os membros do sistema (VAN de VEN e FERRY, 1980).

Complementarmente, utilizamos as abordagens organizacionais associadas a sistemas de alto risco: NAT e HRT. Nessa análise específica, focalizaremos as organizações do

SINDAE diretamente envolvidas com o desenvolvimento de sistemas tecnológicos de alto risco, segundo a definição de Charles Perrow (1999), e suas relações com o resto do Sistema. Por tratar-se de tema polêmico e bastante atual, incluiremos comentários e críticas recentes a essas abordagens.

## **5.1 Tarefa/Estratégia**

Com relação à tarefa do SINDAE, considerando as dimensões de diversidade, dificuldade e variabilidade, podemos classificá-la como não rotinizada, complexa e sujeita a incertezas ambientais, de ordem técnica, organizacional e política.

Divergências internas quanto ao escopo da política espacial brasileira afetam a estabilidade da tarefa e geram conflitos entre as organizações que integram o Sistema. A origem dessas divergências remonta à época da COBAE, segundo Costa Filho (2002: 111), para quem “a criação da COBAE na década de setenta trouxe duas principais conseqüências ao cenário das atividades espaciais brasileiras. Se por um lado o programa espacial ganhou conotações militares, pelo menos no que tange à sua coordenação, por outro, trouxe uma definição no papel dos atores institucionais. Esta definição causou uma separação entre a pesquisa civil e militar trazendo consigo a característica marcante das atividades espaciais: a bi - institucionalidade”.

Costa Filho (2002) afirma que a separação entre as atividades de pesquisa, civis e militares, consolidou-se durante os anos setenta de tal forma que, ao final da década, quando foi instituída a MECB - primeiro programa espacial brasileiro com visão estratégica definida e projetos de grande porte - houve uma clara divisão de trabalho entre as instituições civis e

militares responsáveis pela execução do programa: o INPE ficou encarregado de desenvolver os satélites e o CTA deveria desenvolver o veículo lançador.

No início da década de 90, a COBAE deixou de ser responsável pela coordenação do programa, sendo substituída pela AEB, agência de caráter civil, e a busca da autonomia no desenvolvimento de sistemas espaciais, objetivo maior da MECB, foi contrabalançado por outros objetivos expressos no PNAE, mas essas alterações teriam sido insuficientes, segundo o autor, para reverter o arranjo institucional estabelecido anteriormente.

Concluindo sua análise, Costa Filho (2002) sustenta que a divisão de responsabilidades e as diferenças culturais entre os dois institutos contribuíram para a obtenção de resultados distintos: o veículo lançador brasileiro continua em fase de qualificação em vôo (testes), mas os satélites previstos foram desenvolvidos, embora, para tanto, tenha sido necessário, contrariamente ao que se pretendia na MECB, o estabelecimento de parcerias internacionais. O programa do satélite sino-brasileiro CBERS seria um exemplo bem sucedido dessa cooperação, facilitada pela natureza civil do INPE e pela integração de seus pesquisadores à comunidade acadêmica. Por sua vez, o perfil militar do CTA, aliado ao caráter dual do lançador, que pode ser adaptado para funcionar como um míssil, teria sido responsável por embargos internacionais à importação de tecnologias essenciais ao seu desenvolvimento.

Conforme relatos de especialistas do setor, um marco histórico da dissociação entre os dois principais segmentos da MECB, satélites e veículos lançadores, foi uma reunião realizada no Palácio do Planalto, em 25 de setembro de 1991, com a participação do Presidente da República, Fernando Collor de Melo, Ministros e outras autoridades, na qual se decidiu pela contratação de um veículo estrangeiro – o foguete PEGASUS da empresa Orbital Sciences Corporation (OSC) – para lançar o primeiro satélite desenvolvido no Brasil, o

Satélite de Coleta de Dados SCD-1, a partir da base de Edwards, situada na Califórnia, Estados Unidos. Essa decisão teria afetado negativamente o projeto de desenvolvimento do VLS que já sofria, à época, embargos tecnológicos.

Atualmente, a programação das atividades espaciais brasileiras é detalhada em documento específico, denominado PNAE. As revisões periódicas do programa são coordenadas pela AEB e validadas pelo Conselho Superior, instância máxima de deliberação do SINDAE, que conta com a participação de diversos interessados (*stakeholders*) nas atividades do programa espacial brasileiro.

As alterações introduzidas na mais recente versão do PNAE, válida para o período 2005-2014, revelam - após décadas de isolamento, decorrente do elevado *status* conferido pelos governos militares a tais atividades, reservando-lhes todos os recursos, orçamentários, humanos e administrativos necessários - a crescente percepção, pela comunidade espacial, das limitações inerentes ao planejamento governamental em contextos democráticos.

De fato, a nova versão do PNAE está focalizada nos resultados para a sociedade: a ênfase em sistemas espaciais (meios), característica da versão anterior, foi substituída pela ênfase no desenvolvimento de um conjunto de missões espaciais (fins), definidas em função de demandas apresentadas, no processo de planejamento, pelos principais clientes do PNAE: Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Ministério da Defesa e universidades brasileiras interessadas no uso do ambiente espacial para a realização de experimentos científicos ou tecnológicos. Representantes dessas instituições, da indústria aeroespacial e de várias instituições acadêmicas, participaram dos Grupos Técnicos de Trabalho, criados para subsidiar o processo de planejamento.

O novo documento programático também expressa a intenção das organizações públicas do SINDAE de adotar mecanismos que favoreçam uma maior participação da indústria brasileira e das universidades na implementação do PNAE (AEB, 2005: 19). A participação da indústria é avaliada positivamente, não só pela sua capacidade de gerar emprego e renda, mas também devido à estrutura mais flexível das empresas privadas, que lhes confere agilidade na gestão de pessoal e na aquisição de bens e serviços. Por sua vez, a maior participação das universidades é vista como desejável pela sua capacidade de gerar conhecimento e inovação.

Apesar dos avanços observados no processo de planejamento, o documento programático não define os valores corporativos e as competências essenciais a serem desenvolvidas pelo conjunto de organizações envolvidas. Não há tampouco um documento que explicita uma visão estratégica clara para o setor.

O documento de política espacial, denominado PNDAE, estabelece um leque tão amplo de diretrizes, a ponto de serem conflitantes. Esse parece ser o caso, por exemplo, das diretrizes de número 11, “ênfase nas aplicações espaciais” e a de número 6 “incentivo à participação industrial”. O conflito entre essas diretrizes reflete a tensão, presente na realidade brasileira, entre o usufruto de bens e serviços tecnológicos e o esforço de capacitação que deveria anteceder esse usufruto. Devido à expressiva defasagem tecnológica do segmento espacial da indústria aeroespacial brasileira, essa tensão mostra-se mais intensa no setor espacial que em outros setores industriais.

Face às indefinições e aos descompassos que caracterizam a implementação da política espacial brasileira, os órgãos executores do SINDAE vêm realizando esforços de planejamento estratégico que vão além do âmbito institucional, ao tentar definir uma visão estratégica para todo o setor. Um aspecto que pode contribuir para o sucesso dessas iniciativas

é o fato de, na estrutura organizacional desses órgãos, as posições mais elevadas serem ocupadas, em sua quase totalidade, por servidores de carreira, no que se diferenciam da maioria das agências federais brasileiras, nas quais é expressiva a presença de indicados políticos em posições de mando, o que as torna particularmente vulneráveis às mudanças políticas.

Em contraposição, o processo de planejamento que resultou na versão do PNAE 2005-2014 foi coordenado pela AEB, agência que não conta com quadro permanente específico de servidores e está mais sujeita às pressões políticas, devido ao fato de estar formalmente encarregada de definir os rumos do programa.

A partir da análise da experiência bem sucedida de planejamento estratégico da Força Aérea norte-americana, Barzelay e Campbell (2003) sustentam que o sucesso dessas iniciativas está vinculado à existência de uma burocracia competente e identificada com os interesses nacionais e que se encarregaria de buscar o consenso necessário para a implementação da visão estratégica. Depende igualmente do surgimento de janelas de oportunidade (*policy windows*) que favoreçam a entrada do tema na agenda pública.

No caso brasileiro, as janelas de oportunidade previsíveis são as eleições periódicas para os Poderes, Executivo e Legislativo. Outras janelas de oportunidade têm surgido devido à emergência recente de problemas ambientais, relacionados com o aquecimento global, e de segurança pública, para cuja solução a capacidade tecnológica acumulada pelo setor espacial brasileiro pode contribuir.

Projetos isolados também costumam valer-se de janelas de oportunidade para posicionar-se mais favoravelmente no conjunto das ações do PNAE. Um exemplo é o projeto de desenvolvimento dos satélites CBERS que vem se beneficiando do aumento da demanda por imagens de satélite para gestão de recursos ambientais - potencializada pela interrupção,

anunciada pelo governo norte-americano, do projeto LANDSAT, cujos satélites fornecem dados e imagens para estudos ambientais em todo o mundo - e da intenção manifesta do atual governo de privilegiar as relações com países de mesmo patamar de desenvolvimento tecnológico e dificuldades similares aos do Brasil, como seria o caso da China, para aumentar sua participação relativa no montante de recursos do programa.

Um indício de divergências internas sobre os rumos do PNAE foi o lançamento, em 2006, do projeto “Cruzeiro do Sul”, que consiste no desenvolvimento, pelo IAE, de uma família de veículos lançadores mais potentes que o VLS-1, com a assessoria técnica de empresas russas, que não estava previsto, em detalhes, à época da última revisão do PNAE, no início de 2005. Por sua vez, o INPE lançou, em março de 2007, o programa institucional “Espaço e Sociedade”, voltado para a utilização da experiência acumulada, pelo Instituto, na produção e processamento de dados e imagens de satélites, na solução de problemas de interesse social tais como saúde pública, ordenamento territorial, estudo de cidades e mitigação de desastres naturais.

A inclusão destes novos projetos, cujo porte e outros detalhes técnicos não eram conhecidos à época de elaboração do documento programático, tem várias implicações práticas: remanejamento de recursos, celebração de novos contratos e acordos internacionais, capacitação de recursos humanos e superação de problemas operacionais e tecnológicos não considerados na etapa prévia de planejamento.

Às incertezas de natureza organizacional e política somam-se as incertezas tecnológicas. A alta velocidade das mudanças e a existência de barreiras internacionais de acesso às tecnologias espaciais, devido ao seu caráter dual, favorecem o surgimento de “gargalos” tecnológicos importantes que podem inviabilizar, caso não sejam superados, o desenvolvimento do País neste setor. A existência dessas barreiras é reconhecida no

documento do PNAE 2005-2014 (AEB, 2005: 18) no qual consta que “ a aparente distensão sugerida pelo fim da guerra fria, não tem afetado significativamente o cenário nacional no que concerne à aquisição e à transferência de tecnologias críticas<sup>19</sup>. Pelo contrário, houve um reforço dos mecanismos de bloqueio de transferência nessa área, à luz de uma lógica que, no contexto da guerra fria, era fundamentalmente uma lógica Oeste e Leste e, agora, se tornou uma lógica Norte e Sul”.

Dentre os principais “gargalos” tecnológicos do PNAE estão: a tecnologia de propulsão líquida, necessária ao desenvolvimento de veículos lançadores mais potentes, capazes de lançar ao espaço satélites de porte equivalente ao dos satélites previstos no PNAE; e a tecnologia de controle de atitude e órbita, necessária ao desenvolvimento desses satélites. A aceleração das mudanças tecnológicas favorece o surgimento de novos “gargalos”, caso o problema não seja rapidamente identificado e combatido. Com esse propósito, o Brasil está investindo, de forma ainda muito tímida, na tecnologia de propulsão iônica para satélites, que, apesar de ser uma tecnologia em fase de maturação, já está sujeita a restrições de acesso.

Motivadas pela necessidade de superação das deficiências tecnológicas e de redução dos elevados custos dos projetos espaciais, as iniciativas de cooperação internacional têm se multiplicado a ponto de comprometer a coerência interna do programa espacial, provocar a pulverização dos escassos recursos disponíveis, orçamentários e humanos, e superar a capacidade de resposta da estrutura organizacional do setor.

A limitação dos recursos orçamentários, a pequena participação de organizações mais dinâmicas, como universidades e indústria, a ausência de uma empresa privada que reúna as condições necessárias e que se disponha a desempenhar o papel de contraparte brasileira em

---

<sup>19</sup> Tecnologias críticas = o mesmo que tecnologias de uso dual, ou seja, tecnologias que podem ser usadas tanto para fins pacíficos quanto em programas militares.

consórcios internacionais voltados para o desenvolvimento de projetos de grande porte - tais como a participação brasileira na ISS e a realização de lançamentos de satélites, em bases comerciais, a partir do CLA - são fatores que comprometem a efetivação dos compromissos assumidos e expõem o Brasil a constrangimentos no plano externo.

Projetos desenvolvidos em regime de cooperação internacional nem sempre promovem a capacitação tecnológica da indústria nacional: pesquisas revelam, por exemplo, que os impactos tecnológicos e econômicos do projeto de desenvolvimento do satélite CBERS, são muito inferiores aos esperados, devido à fragilidade técnica e econômica da indústria aeroespacial brasileira (FURTADO e COSTA FILHO, 2002). Apesar dos problemas apontados, há relativo consenso sobre a impossibilidade de desenvolvimento desses satélites, de forma autônoma, ou seja, sem a cooperação de parceiros internacionais, tal como previsto na MECB, face à escassez de recursos, orçamentários e humanos, e à expressiva defasagem tecnológica do Brasil na área espacial.

Os recursos orçamentários destinados à execução do PNAE constam do Plano Plurianual (PPA) do governo federal, cujo horizonte de planejamento é de quatro anos e das respectivas Leis Orçamentárias Anuais. Apesar disso, a evolução orçamentária do PNAE nos últimos sete anos<sup>20</sup> mostra oscilações intensas, prejudiciais ao planejamento de suas atividades.

Em 2000, os recursos destinados ao programa foram da ordem de R\$ 93,3 milhões. Em 2001, esse montante foi de R\$ 151,9 milhões. No ano de 2002, houve a maior redução orçamentária do período sob análise: apenas R\$ 68,5 milhões foram destinados ao PNAE. Em 2003, ano do acidente em Alcântara, os recursos previstos foram de R\$ 98,3 milhões. Uma recuperação tímida, favorecida pela comoção pública provocada pela tragédia, pode ser

---

<sup>20</sup> Em valores correntes.

observada a partir de 2004, quando foram destinados às atividades espaciais brasileiras cerca de R\$ 172,4 milhões. Os montantes, disponibilizados em 2005 e 2006, da ordem de R\$ 220 milhões, continuam aquém dos patamares necessários ao desenvolvimento das atividades programadas na atual versão do PNAE, que prevê uma necessidade média anual de recursos da ordem de R\$ 450 milhões, problema eventualmente agravado pelo contingenciamento financeiro anual<sup>21</sup>.

Uma das fontes do orçamento do PNAE é o “Fundo Setorial Espacial”, um dos fundos setoriais de ciência e tecnologia criados, em 1999, com o propósito de aumentar a estabilidade do financiamento para a área e viabilizar a participação dos diversos segmentos interessados na distribuição dos recursos. O primeiro objetivo tem sido frustrado: três anos após terem sido criados, os fundos setoriais de ciência e tecnologia tiveram 70% de seus recursos bloqueados pelo contingenciamento financeiro, destinado a cobrir as despesas com o financiamento da dívida pública. Há indícios de reversão dessa tendência: desde 2004, quando o contingenciamento foi de 57%, os percentuais vêm sendo reduzidos. A expectativa é de que caia para 36%, em 2007, a parcela da arrecadação dos fundos setoriais que ainda financiará a dívida pública (Folha de São Paulo, 14/11/2006).

À semelhança dos demais fundos setoriais, os recursos do Fundo Setorial Espacial são arrecadados pela União, integram o teto orçamentário<sup>22</sup> do MCT e têm como órgãos executores a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o CNPq. No caso do “Fundo principal fonte de receitas prevista na Lei 9.994, de 24 de julho de 2000, que instituiu o

---

<sup>21</sup> A liberação concreta dos recursos financeiros para os órgãos da APF é feita pelo Decreto de Programação Orçamentária, assinado pelo Presidente da República após a aprovação da Lei de Orçamento Anual (LOA). O decreto, por natureza, traz valores menores do que os estabelecidos na lei, como forma de equilibrar o caixa do governo.

<sup>22</sup> Teto= limite superior

Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Setor Espacial, denominação oficial do Fundo: 25% das receitas auferidas pela União, provenientes de lançamentos, em caráter comercial, de satélites e foguetes de sondagem a partir do território brasileiro. Como a realização de lançamentos de satélites, em bases comerciais, sua principal fonte de receitas, não foi ainda viabilizada, o Fundo Espacial contribui atualmente com parcela inexpressiva dos recursos totais do PNAE: inferior a 1%.

As restrições orçamentárias, associadas ao ritmo irregular dos desembolsos financeiros, concorrem para a dilatação dos períodos de desenvolvimento dos projetos do PNAE o que, não raro, resulta em obsolescência tecnológica<sup>23</sup>. A estratégia usual para superar esse problema tem sido a celebração de novos acordos internacionais que viabilizem a repartição dos custos elevados desses projetos e que também representem um constrangimento para os Poderes, Legislativo e Executivo, para que se vejam compelidos a aprovar dotações orçamentárias compatíveis e a liberar os recursos financeiros correspondentes.

A proliferação de acordos internacionais pulveriza os escassos recursos disponíveis e aumenta a carga de trabalho de técnicos e gerentes, numa espécie de círculo vicioso que distancia o Brasil de seus objetivos na área espacial.

---

<sup>23</sup> Um exemplo atual é o desenvolvimento do satélite científico EQUARS que deveria ter sido lançado em 2007.

## **5.2 Estrutura**

Todas as organizações públicas do SINDAE integram a Administração Pública Direta, Autárquica e Fundacional e estão sujeitas às normas que regem a contratação e a remuneração de pessoal nessa esfera de governo. As normas referentes a compras e contratações também são essencialmente as mesmas, com pequenas diferenças tais como a possibilidade de dispensa de licitação na aquisição de equipamentos de defesa, no caso das organizações militares. Há diferenças substantivas, no entanto, entre as estruturas organizacionais.

Neste item, analisaremos estas organizações quanto à estrutura interna e quanto aos recursos administrativos utilizados para definir as relações entre si e com os demais integrantes do SINDAE. Começemos pela AEB, órgão formalmente encarregado de coordenar as atividades do SINDAE.

A Agência conta com uma estrutura organizacional demasiado frágil face à complexidade e às incertezas ambientais associadas à tarefa sob sua coordenação. Essa fragilidade é acentuada pelas diferenças culturais, de visões e de objetivos específicos, e, até mesmo, entre as capacidades organizacionais dos órgãos executores.

Como não dispõe de um quadro de pessoal permanente específico, a AEB depende de sua estrutura de cargos comissionados, de livre provimento, para atrair servidores, em sua maioria, provenientes do INPE, CTA e MCT, cedidos para atuar como gerentes ou assessores. O reduzido número de servidores em exercício, inferior a uma centena, e a precariedade do vínculo existente entre esses servidores e a AEB são obstáculos à acumulação de

conhecimentos sobre gestão de políticas e de programas espaciais, temas, aliás, pouco explorados pelas instituições acadêmicas brasileiras.

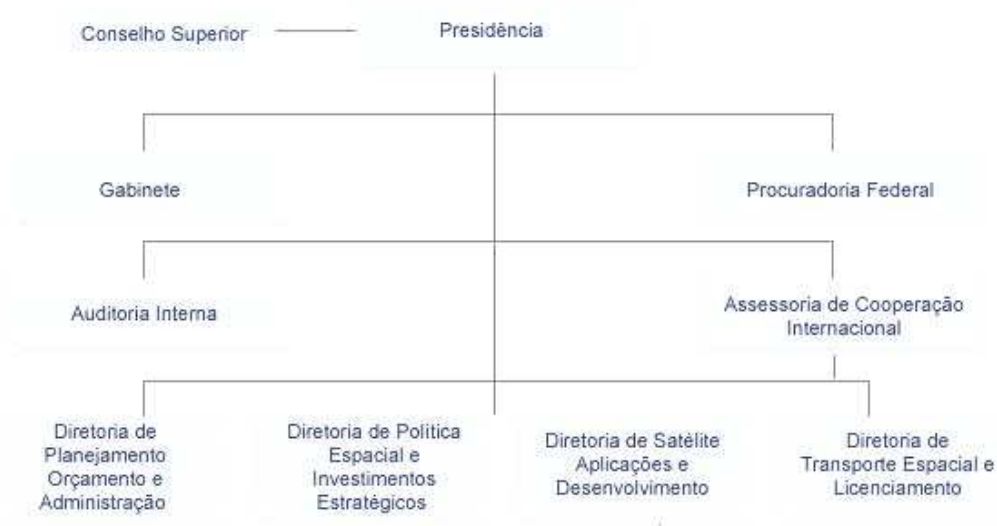
Como se não bastassem estas limitações de origem, outras medidas, adotadas após a criação da Agência, prejudicaram sua capacidade de coordenação sistêmica: o Decreto nº. 4.718, de 4 de junho de 2003, que reduziu o número de cargos comissionados, e a mudança da posição relativa da AEB na estrutura da APF, de autarquia vinculada diretamente à Presidência da República, conforme estabelecido pela Lei nº. 8.854, de 10 de fevereiro de 1994, para autarquia vinculada ao MCT, tal como previsto no Decreto nº. 3.280, de 8 de dezembro de 1999. Como vimos anteriormente, a estrutura de cargos comissionados é o único instrumento disponível para atrair recursos humanos para a AEB. Quanto à segunda medida, além de ser vista, pela comunidade do setor espacial, como sinal de falta de compromisso do Executivo federal com os objetivos que nortearam a criação da Agência, ela reduz sua autonomia política, colocando-a no mesmo nível hierárquico das organizações responsáveis pela execução do PNAE.

A estrutura da AEB é composta por quatro Diretorias: (a) Diretoria de Satélites, Aplicação e Desenvolvimento (DSAD); (b) Diretoria de Transporte Espacial e Licenciamento (DTEL); (c) Diretoria de Planejamento, Orçamento e Administração (DPOA); e (d) Diretoria de Política Espacial e Investimentos Estratégicos (DPEI).

As duas primeiras estão relacionadas à produção de bens e serviços espaciais e suas competências específicas espelham a divisão de responsabilidades entre os órgãos executores. As outras Diretorias oferecem suporte administrativo e estratégico às atividades sob a coordenação das duas primeiras, num arranjo que configura uma estrutura híbrida: funcional e por produto. Subordinados às Diretorias estão Coordenadores, Chefes de Divisão e de

Serviço, mas os dois últimos níveis correspondem, na maioria dos casos, a perfis técnico-operacionais, pouco relevantes para a cadeia de comando (Figura 3).

**Figura 3 - Organograma da AEB**



*Fonte: Agência Espacial Brasileira, 2007.*

A estrutura é achatada (*flat*), com poucos níveis hierárquicos, e reduzido número de pessoas em cada Diretoria, sendo a DPOA a mais hierarquizada, de forma compatível com o tipo de tarefa, rotinizada e sistematizada, sob sua responsabilidade.

Vinculada diretamente ao Gabinete do Presidente da AEB está a Assessoria de Cooperação Internacional, responsável pela negociação dos acordos internacionais. A Procuradoria Federal e a Auditoria Interna vinculam-se, respectivamente, à Advocacia Geral da União e à Secretaria Federal de Controle, e gozam de ampla autonomia, em relação à estrutura hierárquica da Agência, no exercício de suas funções, como ocorre em toda a Administração Pública Direta, Autárquica e Fundacional.

A complexidade e a diversidade crescentes da tarefa a seu cargo são compensadas pela criação de “mecanismos laterais”- estruturas que atravessam diferentes unidades da organização, descentralizando o processo decisório e os fluxos de informação - que reduzem

a sobrecarga da estrutura hierárquica verticalizada e aumentam a capacidade de processamento de demandas cada vez mais complexas e diversas (GALBRAITH, 2002).

Estes mecanismos são conduzidos por grupos, formais ou informais, de composição diversificada e participação de representantes das demais organizações do SINDAE. Há, por exemplo, dois grupos formais encarregados especificamente da gestão dos programas de fomento coordenados pela Agência: UNIESPAÇO e Microgravidade. Há também grupos, formais e informais, que contribuem para intensificar o fluxo de informações entre as organizações do Sistema e favorecem a formação de consensos sobre temas específicos, submetidos posteriormente ao julgamento da instância máxima de deliberação formal do SINDAE: o Conselho Superior. Esses grupos não devem ser confundidos com as equipes dos órgãos executores encarregadas do desenvolvimento de projetos específicos do PNAE, cujos líderes são os coordenadores de ação, função prevista na estrutura de gestão do PPA do Executivo Federal, tema que exploraremos, em detalhes, no próximo item.

Diferentemente da AEB, os institutos de pesquisa públicos do SINDAE estão mais aparelhados, quanto à estrutura, para executar suas tarefas específicas. Senão, vejamos.

Recapitulando a história do INPE, veremos que ele foi criado, com o nome de Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)<sup>24</sup>, pelo Decreto 68.532, de 22 de abril de 1971, como principal órgão de execução para o desenvolvimento das pesquisas espaciais, no âmbito civil, vinculado ao CNPq, embora devesse seguir as orientações da COBAE, órgão da Presidência da República. O INPE beneficiou-se da transferência da infra-estrutura da GOCNAE, extinto pelo mesmo Decreto que criou o Instituto. Conforme os artigos 13 e 14 do referido Decreto, foram transferidos para o patrimônio do CNPq, sob a jurisdição do INPE, todos os bens, móveis e imóveis, e as dotações orçamentárias que eram destinadas ao GOCNAE.

---

<sup>24</sup> Atualmente o INPE é denominado Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

A estrutura formal do INPE, aprovada por Decreto, em 6 de janeiro de 1972, seguia o modelo matricial correspondente à existência de duas linhas de comando (*dual authority*) na mesma organização. Segundo informações do próprio INPE, esse modelo nunca chegou a ser plenamente implantado, devido às constantes reformulações no seu programa de atividades, nos primeiros anos de existência do Instituto (INPE, CTA -054-2006: 9-12).

A criação da MECB representou um desafio para o INPE: acrescentar o desenvolvimento de tecnologias espaciais às suas atividades tradicionais de pesquisa básica e aplicada. O recurso às parcerias internacionais e a escassez de recursos orçamentários, decorrente da crise financeira do Estado na década de 80, tornaram necessária a criação, em 1982, de uma fundação de direito privado, sem fins lucrativos, que conferisse ao Instituto maior autonomia na gestão dos recursos extra-orçamentários: a Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE).

Atualmente, a FUNCATE presta serviços a diversos institutos de pesquisa brasileiros, embora esteja sujeita, como as demais fundações de apoio, às normas de compras e contratações válidas para toda a Administração Pública Federal, no caso de utilização de recursos de origem pública<sup>25</sup>, tal como exigido pelos órgãos de controle federal<sup>26</sup> e pelo Ministério Público. Essa limitação, estabelecida em lei a partir de 1994<sup>27</sup>, reduz a aplicabilidade do modelo de fundação de apoio como forma de aumentar a flexibilidade da estrutura organizacional dos institutos de pesquisa.

A criação, em 1985, do MCT e a vinculação do INPE ao Ministério, na condição de órgão autônomo da administração direta, são avaliadas positivamente pela comunidade

---

<sup>25</sup> A cooperação com o Poder Público ocorre mediante convênio.

<sup>26</sup> Tribunal de Contas da União (TCU) e Controladoria Geral da União (CGU) são, respectivamente, órgãos de controle externo e interno do Executivo Federal.

<sup>27</sup> Lei nº. 8.958/94.

inepeana: a possibilidade de despachos diretos com o Ministro, a criação de um plano de carreira para os funcionários, a relativa independência administrativa e orçamentária, e a liberdade de organização interna, favorecida pela ausência de um regimento interno formal<sup>28</sup>, foram importantes para o fortalecimento institucional do Instituto, até o final da década de 80, quando sucessivas mudanças na estrutura da APF passaram a afetar sua trajetória institucional (INPE, CTA -054-2006: 13-15).

Em 1989, o MCT foi extinto e, em seu lugar, criada a Secretaria Especial da Ciência e Tecnologia (SCT), para a qual foram transferidos os assuntos da alçada do Ministério. O INPE foi integrado à estrutura da Secretaria, perdendo parte de sua autonomia administrativa e financeira. Também ganhou um novo nome, mantido até os dias atuais: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Em 1992, novas mudanças devolveram à SCT o *status* de Ministério. Mais uma vez, o Instituto passou a integrá-lo, na qualidade de órgão específico singular da Administração Pública Direta.

Antes da formalização da estrutura matricial, o que só veio a ocorrer em 2007, era bastante freqüente, para dar conta de demandas críticas específicas, que fossem constituídas, no INPE, equipes informais por produto ou forças-tarefa que se superpunham à estrutura divisional do Instituto. A adoção de mecanismos informais era favorecida pela sua cultura organizacional, bastante próxima da cultura das instituições acadêmicas, com as quais mantinha e ainda mantém intenso relacionamento.

O acúmulo de experiências na aplicação desses mecanismos favoreceu a formalização de alguns grupos que se transformaram nos atuais Centros Técnicos e coordenações de projetos, os quais possuem estrutura própria de captação de recursos junto aos órgãos de

---

<sup>28</sup> O primeiro Regimento Interno do INPE foi aprovado, 27 anos após sua criação, em 24 de maio de 1988, por meio da Portaria n 102 do MCT.

fomento de ciência e tecnologia e à indústria nacional<sup>29</sup> e que desfrutam de grande prestígio político e relativa autonomia administrativa dentro do Instituto. Atualmente, o Instituto desenvolve um amplo leque de atividades de pesquisa e desenvolvimento, algumas não diretamente relacionadas ao setor espacial, o que pode ser atribuído à descentralização de poder ocorrida, na prática, nos últimos anos e, certamente, aos mecanismos de fomento de ciência e tecnologia adotados no Brasil, que financiam grupos de pesquisa ou pesquisadores isolados e não necessariamente instituições.

Aproveitando a experiência acumulada, a atual Direção do INPE adotou finalmente uma estrutura matricial formal, medida que inclui a criação de três coordenações, vinculadas diretamente à Direção do Instituto: (a) Coordenação de Gestão Científica, responsável pelo alinhamento estratégico das atividades relacionadas à produção de conhecimento científico; (b) Coordenação de Gestão Tecnológica, encarregada do alinhamento estratégico das atividades de desenvolvimento de tecnologias espaciais; e (c) Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação<sup>30</sup>, responsável pelo acompanhamento e apoio às ações do PNAE, executadas pelo INPE. A criação dessas coordenações, já efetivada, tem por objetivo promover o equilíbrio de poder entre a Direção, os Centros Técnicos e as coordenações de programas e projetos. Dentre as mudanças propostas, estão igualmente previstas a descentralização do Instituto e o estabelecimento de vínculos mais fortes com instituições importantes para o INPE (INPE, CTA -054-2006: 20-22).

A organização matricial das atividades do INPE é um objetivo bastante ambicioso. Segundo Galbraith (2002), a organização matricial é a forma mais complexa de coordenação

---

<sup>29</sup> Esse é o caso do LIT, um dos laboratórios do INPE, que presta serviços a diversas unidades industriais, notadamente as do setor automobilístico.

<sup>30</sup> Equivalente à Coordenação de Gestão Institucional, proposta no planejamento estratégico institucional do INPE, realizado em 2006.

lateral. Esse modelo deve ser utilizado somente quando há necessidade de equilíbrio de poder, no caso do INPE, entre a Direção e seus Centros Técnicos, que começam a espalhar-se pelo território nacional e a ocupar posição de destaque nos cenários, nacional e internacional.

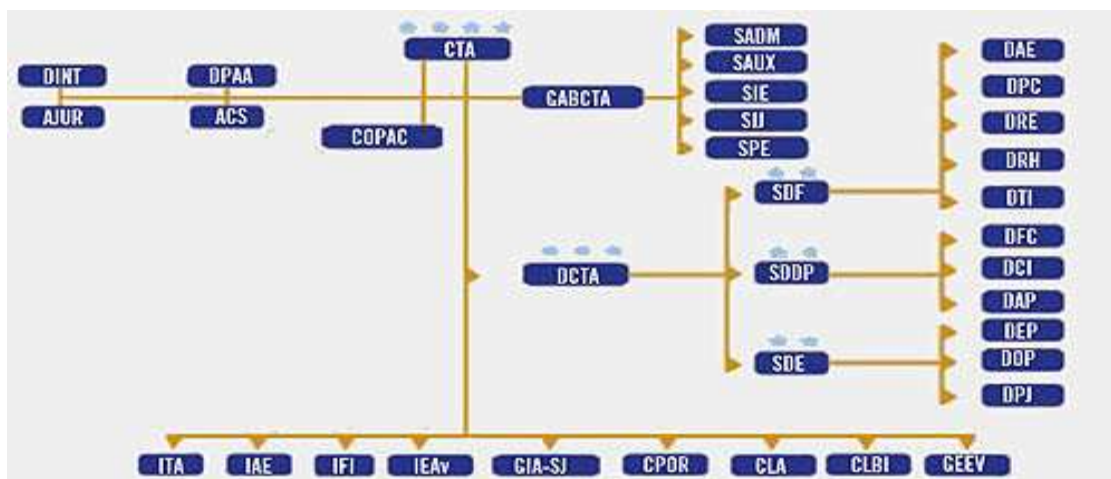
Enquanto o INPE formaliza sua estrutura matricial, considerada, pelos seus gerentes e técnicos, a mais adequada ao perfil das atividades desenvolvidas pelo Instituto, a estrutura do CTA mantém-se hierarquizada, centralizada, e mais próxima de uma estrutura funcional clássica. Da estrutura do CTA fazem parte três unidades administrativas diretamente responsáveis pela execução das atividades do PNAE: IAE, CLA e CLBI.

Segundo informações disponíveis no sítio do IAE na Internet, sua missão é “realizar pesquisa e desenvolvimento no campo aeroespacial”. O IAE é o órgão responsável pelo desenvolvimento dos foguetes de sondagem e do veículo lançador de satélites brasileiro. O acidente com o terceiro protótipo do VLS-1 favoreceu a adoção de medidas destinadas a fortalecer sua estrutura organizacional, em termos, humanos, físicos e financeiros, embora ela continue umbilicalmente vinculada à estrutura do CTA. No conjunto de medidas adotadas naquele período, destaca-se a realização de concurso público para 167 cargos efetivos do quadro do CTA: 8 pesquisadores, 34 tecnologistas, 10 analistas em ciência e tecnologia e 115 técnicos, distribuídos pelas três unidades administrativas, IAE, CLA e CLBI.

Informações do IAE/CTA revelam que, após o acidente, foi concedida relativa autonomia administrativa e política ao IAE para conduzir o projeto de desenvolvimento do VLS. O Instituto foi autorizado a interagir diretamente com a AEB para resolver pendências relativas ao desenvolvimento do VLS-1, embora os contatos com as demais instituições públicas continuem a ser intermediados pelo Comando. O IAE também passou a executar diretamente as principais etapas das licitações relativas ao projeto, que estavam, como as

demais licitações do CTA, sob a responsabilidade do Grupamento de Infra-Estrutura e Apoio de São José dos Campos (GIA/CTA).

**Figura 4 - Organograma do Comando Geral de Tecnologia Aeroespacial - CTA**



<p>Divisão de Inteligência – DINT</p> <p>Divisão de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - DPAA</p> <p>Assessoria Jurídica - AJUR</p> <p>Assessoria de Comunicação Social - ACS</p> <p><b>Gabinete do CTA</b></p> <p>Seção de Informática - SINP</p> <p>Seção Administrativa - SADM</p> <p>Seção Auxiliar - SAUX</p> <p>Seção de Infra-estrutura - SIE</p> <p>Seção de Investigação e Justiça - SIJ</p> <p>Seção de Pessoal – SPES</p> <p><b>Diretoria de Ciência e Tecnologia - DCTA</b></p>	<p><b>Subdiretoria de Funções (SDF)</b></p> <p>Divisão de Assuntos Especiais - DAE</p> <p>Divisão de Planejamento e Controle - DPC</p> <p>Divisão de Relações Externas - DRE</p> <p>Divisão de Recursos Humanos - DRH</p> <p>Divisão de Tecnologia de Informação - DTI</p> <p><b>Subdiretoria de Desenvolvimento de Programas (SDDP)</b></p> <p>Divisão de Finanças e Contratos DFC</p> <p>Divisão de Coordenação Industrial DCI</p> <p>Divisão de Apoio - DAP</p> <p><b>Subdiretoria de Empreendimentos (SDE)</b></p> <p>Divisão de Operações - DOP</p> <p>Divisão de Ensino e Pesquisa - DEP</p> <p>Divisão de Projetos - DPJ</p> <p>Divisão de Recursos Humanos - DRH</p>	<p><b>Organizações vinculadas</b></p> <p>Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)</p> <p>Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE)</p> <p>Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI)</p> <p>Instituto de Estudos Avançados (IEAv)</p> <p>Grupamento de Infra-estrutura e Apoio de São José dos Campos (GIA - SJC)</p> <p>Centro de Preparação de Oficiais da Reserva (CPOR)</p> <p>Centro de Lançamento de Alcântara (CLA)</p> <p>Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI)</p> <p>Grupo Especial de Ensaios em Vão (GEEV)</p>
--	--	--

FONTE: *sítio do CTA na Internet*

CLA e CLBI são centros de lançamento e rastreamento de satélites e foguetes de sondagem, cujas estruturas são também hierarquizadas, verticalizadas e subordinadas à direção do CTA, nos moldes burocráticos tradicionais. Tentativas anteriores de flexibilização dessas estruturas, por meio da transferência da gestão de parte da área do CLA para a Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária (INFRAERO), foram rejeitadas à época pelo Comando da Aeronáutica. Pretendia-se, como agora<sup>31</sup>, que parte da área do CLA fosse transformada no Centro Espacial de Alcântara (CEA), um espaçoporto civil, dotado de plataformas de lançamento, ampla infra-estrutura de acesso e de serviços.

Atualmente, há possibilidade de mudanças substantivas no *modus operandi* do CLA, a partir do início das operações da Alcântara Cyclone Space, empresa binacional criada para realizar lançamentos comerciais de satélites, utilizando o foguete ucraniano Cyclone IV em sítio de lançamento específico a ser construído no Centro. A compatibilização entre as operações de natureza comercial e militar exigirá uma divisão de responsabilidades e regras de compartilhamento de infra-estrutura, humana, física e financeira, ainda não totalmente definidas. Como veremos no item “Risco e Confiabilidade nas Organizações do SINDAE”, os sistemas necessários ao desenvolvimento dessas operações são de alto risco, segundo conceito definido por Perrow (1999), e necessitam de uma modelagem organizacional adequada à especificidade de suas tarefas.

Problemas complexos requerem a formação de redes interorganizacionais para solucioná-los, uma vez que os recursos, a motivação e o conhecimento necessários podem estar localizados em outras organizações autônomas. Essa necessidade é claramente percebida pelas organizações que integram o SINDAE: foi explicitada no PNAE 2005-2014. A forma de

---

<sup>31</sup> O projeto de transformação de parte da área do CLA em espaçoporto civil (CEA) foi embargado pelo TCU e está sendo reformulado.

concretizá-la, no entanto, ainda necessita aperfeiçoamentos.

As organizações não atuam de forma coordenada, por si mesmas. Ao contrário, elas lutam para manter sua autonomia. Autonomia significa escolher o rumo que desejam seguir. É de se esperar, portanto, que redes organizacionais não se formem espontaneamente. Dois fatores parecem ser suficientemente fortes para forçar a emergência de redes entre organizações autônomas: (1) necessidade interna de recursos ou (2) disposição para responder a um problema externo, oportunidade ou mandato (VAN de VEN e FERRY, 1980).

Se a disposição de responder, de forma coordenada, a um problema externo não parece ser suficientemente forte nas organizações do SINDAE, a necessidade interna de recursos certamente o é. Uma forma de explorá-la é favorecer o intercâmbio de recursos escassos, financeiros, físicos e humanos, entre as organizações do Sistema, mas a efetivação desse intercâmbio esbarra no conjunto de normas que regem a transferência de recursos entre os setores, público e privado, e entre as organizações do setor público. Normas editadas recentemente, com o objetivo de facilitar o intercâmbio de recursos entre universidades, institutos de pesquisa e empresas, tais como as previstas na Lei de Inovação (Lei 10.973, de 2 de dezembro de 2004) ainda carecem de jurisprudência específica que oriente a sua aplicação pelos órgãos da APF.

Sendo assim, os mecanismos de integração das universidades ao SINDAE ainda são mecanismos de fomento tradicionais: os Anúncios de Oportunidade(AO), editais amplamente divulgados, nos quais são estabelecidas as condições para apresentação de propostas de projetos de estudos e pesquisas, em temas pré-selecionados por uma Comissão. Os projetos aprovados recebem apoio financeiro ou operacional.

A AEB coordena dois programas de fomento: UNIESPAÇO e Microgravidade. O objetivo do primeiro é formar uma base de pesquisa, composta por núcleos especializados,

sediados em universidades ou em instituições congêneres, capazes de realizar estudos, pesquisas e desenvolvimento de interesse da área espacial. Por sua vez, o Programa Microgravidade tem por objetivo oferecer à comunidade científica e tecnológica a oportunidade de realizar experimentos em ambiente de microgravidade, no qual é possível observar fenômenos e processos em experimentos científicos e tecnológicos não observáveis em terra devido à influência da gravidade. A seleção dos oito experimentos realizados pelo primeiro astronauta brasileiro, tenente coronel Marcos Pontes, a bordo da ISS, foi realizada por meio de um AO do Programa Microgravidade.

Os dois programas favorecem a inovação e a superação dos “gargalos” tecnológicos do PNAE, embora tenham um orçamento total excessivamente modesto, da ordem de R\$ 475 mil, nos anos de 2005 e 2006, se comparado ao montante destinado ao conjunto de ações do programa.

Outro mecanismo de fomento usual é o financiamento de projetos independentes com recursos do “Fundo Setorial Espacial”. Como os demais fundos setoriais que integram o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), o Fundo Espacial possui um Comitê Gestor específico, o qual conta com a participação de membros da comunidade científica e dos demais órgãos do SINDAE. A pequena participação relativa desses recursos no montante total destinado ao programa, inferior a 1%, aliada à tendência de captura dos mesmos por projetos de ampliação ou manutenção da infra-estrutura existente, comprometem a efetividade desse mecanismo.

A celebração de convênios com universidades para gerenciamento de projetos de responsabilidade das agências não são tão comuns na área espacial quanto o apoio financeiro a projetos independentes. Nos casos internacionais analisados no âmbito desse estudo, o gerenciamento desses projetos é delegado aos institutos de pesquisa integrantes da própria

estrutura das agências espaciais, NASA e CNES. No Brasil, esses institutos não integram a estrutura da AEB, embora façam parte do SINDAE. Mas é provável que esse padrão de comportamento se altere, caso a atitude inusitada da NASA, de convidar uma organização acadêmica autônoma, o Laboratório Lunar e Planetário da Universidade do Arizona, para fazer o gerenciamento técnico<sup>32</sup> de uma das missões não tripuladas ao planeta Marte, a missão *Phoenix*, venha a se disseminar. A integração das universidades aos projetos de pesquisa da NASA é uma tendência que vem se acentuando e cujas origens remontam à gestão do Administrador Daniel Goldin, de abril de 1992 a novembro de 2001.

Outro mecanismo de integração das universidades é a participação de um representante da comunidade científica no Conselho Superior. A presença muito tímida das universidades na execução do PNAE reduz o interesse desse segmento no processo deliberativo localizado no Conselho. Não por acaso, os mecanismos de deliberação formal com participação mais ativa de representantes das universidades são os diretamente vinculados aos programas de fomento tais como o Comitê Gestor do Fundo Setorial Espacial e as Comissões de Coordenação dos programas UNIESPAÇO e Microgravidade. Nos dois últimos, a Academia Brasileira de Ciências (ABC) é o órgão que representa a comunidade científica.

Como vimos no item “Avaliação da Política Espacial Brasileira” também é pequena, em termos percentuais, a participação da indústria nacional nas atividades espaciais brasileiras, estimada em 37,35% (AEB, 2007a).

---

<sup>32</sup> A missão Phoenix está estruturada em três eixos: o papel de Principal Investigator (PI) cabe à Universidade do Arizona, a gestão do projeto ao Jet Propulsion Laboratory (JPL) da NASA e a gestão do sistema de voo à empresa Lockheed Martin Space Systems (LMSS).

Uma possível explicação para este baixo índice pode ser encontrada nos mecanismos de contratação do setor público. O desenvolvimento de materiais especiais ou serviços de elevada complexidade tecnológica, tão característicos do segmento espacial, costuma contar com a participação de empresas em suas fases de concepção e homologação. Mas, após essa fase, qualquer aquisição deve ser feita por meio de licitação pública. Sendo assim, empresas que não estejam engajadas diretamente no programa e que não tenham vocação para a realização das tarefas solicitadas podem apresentar-se como candidatas. Embora existam mecanismos legais para desclassificar as candidatas que não atendam aos requisitos especificados e se possa contar com a figura jurídica de dispensa de licitação por notória especialização - que permite a contratação, sem licitação, de empresas comprovadamente capazes para a execução de determinado serviço - esses trâmites tornam o processo demasiado longo, provocando atrasos no desenvolvimento dos projetos.

Outra possível explicação reside nos patamares orçamentários e na descontinuidade na liberação de recursos financeiros que comprometem a capacitação e até mesmo a sobrevivência das empresas do setor, principalmente das pequenas empresas.

Um aspecto que chama a atenção no caso brasileiro é a ausência de uma empresa privada que reúna as condições necessárias e se disponha a assumir o papel de contratada principal (*prime contractor*) de projetos de grande porte. No programa espacial norte-americano, esse papel é desempenhado por empresas do porte da Boeing e suas subsidiárias e pela Lockheed Martin. No Brasil, a única empresa com porte e capacitação tecnológica para assumir essa responsabilidade seria a EMBRAER, mas sua privatização, nos anos 80, tornou-a mais propensa a concentrar-se nas demandas específicas de seu nicho de mercado.

Há evidências do desinteresse da EMBRAER pelo setor espacial: instada a assumir o papel de contratada principal no caso do subsistema de estrutura do satélite sino-brasileiro

CBERS, a EMBRAER não teria se interessado pelo contrato, apesar de reunir as condições técnicas para tanto, o que motivou o abandono, pela parte brasileira, desse subsistema, que acabou, ao final, sendo completamente contratado aos chineses (FURTADO e COSTA FILHO, 2002). Atitude semelhante teria sido adotada pela empresa no caso da fabricação dos componentes relativos à participação brasileira na ISS. A razão desse desinteresse reside, provavelmente, nas características do mercado brasileiro de bens e serviços espaciais – no qual o único demandante ainda é o governo federal, cujo poder de compra tem sido muito afetado, nas últimas décadas, pelas restrições fiscais – e nos riscos mais elevados do segmento espacial, se comparados aos do segmento aeronáutico, em escala global.

Outra ainda possível explicação para a pequena participação da indústria brasileira nas atividades espaciais deriva das características específicas do processo decisório na área espacial, tema a ser explorado no próximo item.

Informações do IAE/CTA revelam que o percentual de participação da indústria nacional, no projeto do VLS e dos foguetes de sondagem brasileiros, seria substantivamente mais alto, da ordem de 80%, que no conjunto do programa, 37,5%<sup>100</sup>, devido ao planejamento antecipado das compras e contratações e à parceria, de longa data, entre o CTA e a indústria nacional nos dois projetos.

No que se refere ao segmento de satélites, há iniciativas recentes como o projeto da plataforma multimissão – módulo de serviço multiuso desenvolvido integralmente pela indústria nacional, a ser utilizado nos futuros satélites do PNAE - e o aumento, de 30% para 50%, da participação brasileira no desenvolvimento dos satélites CBERS 3 e 4 que, aparentemente, estão produzindo resultados significativos: o índice de participação da

indústria nacional no programa passou de 21%, em 2003<sup>33</sup>, para 37,35%, em 2006. No que se refere aos futuros satélites CBERS, informações disponíveis no sítio do INPE na Internet revelam que os contratos já celebrados com a indústria nacional para construção desses satélites somam mais de R\$ 200 milhões, e que deverão ser completados até o final da década.

Para favorecer a capacitação de pequenas e médias empresas de base tecnológica, a Lei de Inovação criou diversos instrumentos de estímulo à inovação no ambiente industrial, destacando-se, dentre eles, o instrumento da subvenção, que prevê o aporte de recursos públicos, não-reembolsáveis, diretamente às empresas, beneficiando, especialmente, as micro e pequenas empresas inovadoras. O valor da subvenção será definido anualmente por meio de portaria interministerial e terá como fonte de recursos o FNDCT, do qual fazem parte os fundos setoriais, inclusive o Fundo Espacial.

Para aplicação destes recursos, o decreto de regulamentação estabelece que deverão ser seguidas as prioridades definidas na Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), embora não exclusivamente. Como o setor espacial não integra a lista de prioridades da PITCE, esse pode quiçá tornar-se um dos obstáculos à aplicação dos dispositivos previstos na Lei de Inovação às atividades espaciais brasileiras.

Além da subvenção, a Lei de Inovação estabelece os dispositivos para a incubação de empresas no espaço público e a possibilidade de compartilhamento de infra-estrutura, equipamentos e recursos humanos, públicos e privados, para o desenvolvimento tecnológico e a geração de produtos e processos inovadores, e cria regras claras para a participação de pesquisadores públicos nos processos de inovação tecnológica desenvolvidos no setor

---

<sup>33</sup> Índice referente à participação da indústria nacional na execução do PNAE, no ano de 2003, conforme consta na ficha de programa do PNAE no PPA.

produtivo, os quais serão analisados, de forma mais detalhada, no item “sistema de recompensas”.

### **5.3 Sistemas de Informação e Processos Decisórios**

A principal instância decisória do SINDAE é o Conselho Superior, do qual participam representantes de todos os órgãos do Sistema, dos Ministérios da Fazenda e do Planejamento, dos órgãos públicos usuários de bens e serviços espaciais, da indústria aeroespacial e da comunidade científica. As reuniões do Conselho são realizadas bimestralmente, salvo em casos excepcionais.

À semelhança das demais estruturas de deliberação colegiada da APF, sua capacidade decisória é comprometida pela especificidade técnica dos temas analisados e pela grande quantidade de informações repassadas aos conselheiros. Além disso, por ser a única estrutura de deliberação formal do SINDAE, há sobrecarga evidente do Conselho com temas que não se restringem à definição da orientação estratégica, abrangendo também aspectos relativos à gestão do PNAE e de seus projetos.

Esta sobrecarga favorece a emergência de estruturas alternativas de deliberação, de caráter informal, voltadas para a modelagem de projetos de alta complexidade tecnológica, nas quais os especialistas desempenham um papel decisivo. Com efeito, devido à alta complexidade e especificidade técnica desses projetos, algumas estruturas de deliberação permanecem confinadas às fronteiras organizacionais dos institutos de pesquisa, o que representa um constrangimento à participação irrestrita de representantes das demais organizações do SINDAE.

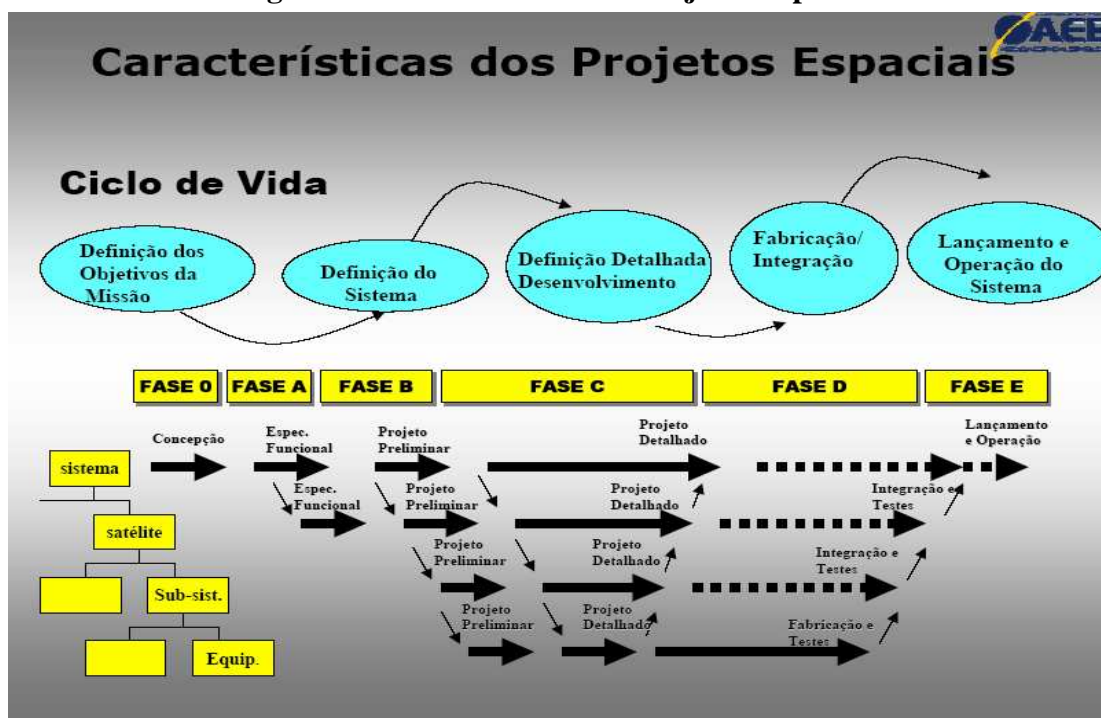
Segundo a TCE, quanto maior a incerteza ambiental, mais complexa e mais dependente de arranjos *ad hoc*, torna-se a programação das atividades organizacionais. Embora esses arranjos possam contribuir para a melhoria do desempenho do PNAE, em termos da performance técnica de seus projetos, é possível constatar que eles nem sempre favorecem a participação de todos os interessados: os representantes da indústria, por exemplo, têm encontrado obstáculos para participar de todas as etapas.

Ao contrário do que ocorre em outras potências espaciais, como Estados Unidos e Japão, nos quais os representantes da indústria participam ativamente de todas as etapas do processo decisório, a indústria aeroespacial brasileira tem participação limitada nessas estruturas alternativas de deliberação, focalizadas no atendimento às demandas dos usuários de bens e serviços espaciais, em sua grande maioria, empresas públicas. Esses usuários dão preferência aos canais informais, ao invés de encaminhar suas demandas por meio dos canais formais, nos quais teriam que interagir com os demais interessados e enfrentar possíveis questionamentos sobre sua (não) participação no financiamento dos projetos.

Estruturas decisórias paralelas são mais frequentes no segmento de satélites porque há grande demanda pelos seus produtos finais: dados e imagens. A existência de um “mercado” - constituído por empresas públicas, secretarias, autarquias e fundações dos três níveis de governo, além de algumas empresas privadas - induz a flexibilização de estruturas e favorece o protagonismo dos especialistas que detêm conhecimentos essenciais à execução desse tipo de projeto. Tal protagonismo não se restringe à etapa de modelagem dos projetos: segundo Furtado e Costa (2002: 11) “o INPE teve um papel decisivo no desenho dos subsistemas de satélites e também na integração e testes finais, tarefas muito próximas da fabricação” (ver Figura 5). Essa tese é corroborada pela AIAB, segundo a qual, os institutos de pesquisa

realizam engenharia de sistemas e desenvolvimento tecnológico, em lugar da indústria (AIAB, 2006).

Figura 5 - Ciclo de Vida dos Projetos Espaciais



Fonte: Agência Espacial Brasileira, 2007.

Embora tenha um “mercado” restrito aos usuários dos vôos de foguetes de sondagem – utilizados em experimentos científicos e tecnológicos - devido ao estágio ainda incipiente do projeto do veículo lançador, o IAE/CTA parece estar se afastando do modelo de parceria irrestrita com a indústria: há indícios de que a relação entre as empresas e o governo tenha se deteriorado ao longo da história do desenvolvimento do VLS. Santos (2001) sustenta que houve mudanças perceptíveis. No início, segundo o autor, as empresas eram parceiras do CTA em projetos de P&D, recebiam investimentos diretos ou transferência direta de tecnologia. Posteriormente, a relação passou a ser de comprador-fornecedor, ou seja, o CTA apenas encomendava a fabricação de componentes e serviços para a indústria.

Sendo assim, podemos afirmar que a existência de canais informais de deliberação prejudica a consecução dos objetivos de capacitação industrial, apesar de sua contribuição positiva para o desempenho técnico dos projetos espaciais e para o atendimento das necessidades dos usuários de bens e serviços espaciais.

Uma das principais estratégias da AEB para coordenar as atividades espaciais previstas no PNAE é buscar parcerias com os órgãos do Sistema de Planejamento e Orçamento Federal, constituído pelo órgão central que é o MP e pelos órgãos setoriais que são as unidades de planejamento e orçamento dos Ministérios (Lei nº. 10.180/2001), Advocacia - Geral da União (AGU) e Casa Civil, todos sujeitos à orientação normativa e à supervisão do órgão central.

Na esfera federal, o principal instrumento de planejamento, adotado a partir de 2000, é o PPA, que organiza todas as ações do governo sob a forma de programas, associados à solução de problemas nacionais. Para cada programa, são definidas metas físicas e financeiras e indicadores de resultado. O PPA está associado aos instrumentos de planejamento de curto prazo: Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e Lei de Orçamento Anual (LOA) e respectivos Decretos de Programação Orçamentária.

Cabe aos Gerentes de Programa a responsabilidade pela gestão estratégica destes recursos, em conformidade com os objetivos expressos no PPA. As ações específicas de cada programa estão sob a responsabilidade dos coordenadores de ação, gerentes designados informalmente para ocupar essa função, os quais, em função das características do modelo de gestão do PPA, desfrutam de pouca ou nenhuma autonomia para gerir os recursos organizacionais necessários à execução de sua tarefa específica, com exceção daqueles que exercem cargos gerenciais na estrutura formal. A função de coordenador de ação corresponde à função de integrador dos processos laterais, conforme definição de Galbraith (2002).

Desde a criação do PPA, a AEB tem sido uma das organizações mais empenhadas na utilização deste instrumento de planejamento, a ponto de nomear seu Presidente como Gerente de Programa do PNAE. Mas, a despeito de sua grande expressão política, o Presidente da AEB, como a maior parte dos Gerentes de Programa e Coordenadores de Ação do PPA, detinha poucos recursos em sentido amplo (pessoal, orçamento, equipamentos, jurisdição) para desempenhar suas funções: além de não contar com quadro de pessoal próprio e não ter ascendência hierárquica sobre os órgãos executores, a ingerência da AEB nos assuntos do programa sempre foi limitada pela dispersão dos recursos orçamentários do PNAE nos orçamentos próprios dos órgãos públicos do SINDAE.

Esta situação foi alterada pela LOA 2005 que efetivou a centralização, no orçamento próprio da Agência, de todos os recursos destinados, pelo PPA e respectivas Leis Orçamentárias, à execução do PNAE. Os recursos destinados ao veículo lançador já integravam o orçamento da Agência, mas, antes da LOA 2005, a discricionariedade do INPE, sobre a utilização da parcela de recursos do PNAE que faziam parte do seu orçamento, era quase absoluta, salvo pelos mecanismos de controle hierárquico e de avaliação do MCT<sup>34</sup> e pelos mecanismos usuais de responsabilização formal do Poder Executivo federal.

O objetivo da transferência de recursos para a AEB foi inicialmente frustrado, em grande medida, pela utilização de convênios, uma forma de contratualização inadequada aos objetivos pretendidos. De fato, a transferência de recursos entre entes pertencentes à mesma esfera administrativa (federal) e integrantes do mesmo Orçamento (Orçamento Fiscal) não configura descentralização administrativa ou orçamentária para outras esferas de governo ou para a sociedade – situação típica de aplicação do instrumento convênio. Além disso, a ênfase no controle e na avaliação de meios e a excessiva complexidade dos convênios são

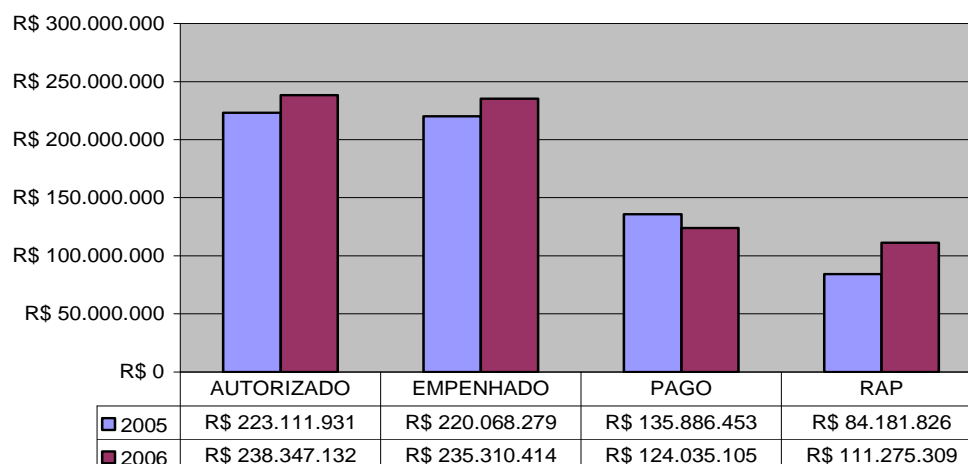
---

<sup>34</sup> Como vimos, o INPE integra a estrutura do MCT.

características que justificam a adoção de outros instrumentos mais flexíveis do ponto de vista processual e mais adequados do ponto de vista da avaliação de resultados.

Atualmente, a AEB adota um instrumento de contratualização com estas características: o Termo de Descentralização de Crédito (TDC). A transferência de recursos propriamente dita é feita em montantes compatíveis com os objetivos e metas definidas no referido instrumento. Em 2006, foi feito um acordo de padronização das informações solicitadas pela AEB, por meio do TDC, e pelo MCT, por meio dos formulários informatizados do SIGMCT.

A julgar pelas evidências posteriores à adoção do novo instrumento, quais sejam, os bons resultados obtidos pelo programa, em 2005 e 2006, e a elevação dos percentuais de execução do orçamento, a centralização na AEB de todos os recursos do PNAE não tem sido prejudicial, como se temia, ao desempenho do programa. Outra centralização, a da análise dos processos de licitação, a cargo das procuradorias jurídicas do INPE e do CTA, em um único Núcleo de Assuntos Jurídicos, situado na cidade de São José dos Campos, foi citada, no Relatório de Avaliação do PNAE de 2006, como um dos fatores responsáveis por atrasos nas análises de processos de licitação, o que afetou negativamente a execução orçamentária no referido ano: conjugada à aprovação tardia da Lei Orçamentária de 2006, a unificação das procuradorias teria contribuído, segundo o referido Relatório, para o elevado comprometimento, da ordem de 47%, do orçamento de 2007 com Restos a Pagar. O Gráfico 3 detalha a execução orçamentária nos anos de 2005 e 2006, classificados em autorizados, empenhados (comprometidos), pagos e restos a pagar (RAP), ou seja, recursos empenhados em determinado ano, a serem pagos no ano seguinte (Gráfico 2).

**Gráfico 2 - Execução orçamentária do PNAE, em 2005 e 2006**

*Fonte: AEB, Relatório de Avaliação do PNAE de 2006.*

Se as evidências disponíveis não corroboram a hipótese, formulada inicialmente, de que a centralização dos recursos do PNAE no orçamento da AEB seria prejudicial ao desempenho do programa, tampouco há evidências inequívocas de que esteja contribuindo para sua melhoria. Com efeito, é razoável esperar que esse tipo de mecanismo não funcione isoladamente. Será necessário conjugá-lo com sistemas de informação abrangentes e com capilaridade compatível com a avaliação de resultados, associados, por sua vez, a metas bem definidas de planejamento estratégico e a mecanismos de recompensa compatíveis com a consecução dessas metas.

Em relação a estes aspectos, no entanto, houve poucos avanços, alguns retrocessos. Em virtude do acordo de padronização dos formulários do TDC e dos formulários *on-line* do SIGMCT e SIGPLAN, efetivado em 2006, o acompanhamento feito pela AEB pouco difere, atualmente, em termos do tipo e da quantidade de variáveis monitoradas, do acompanhamento que já era feito pelo MCT e pelo MP. Ele pode, no entanto, ter se tornado mais participativo: aumentou, de forma evidente, a participação de representantes dos órgãos executores nas reuniões de avaliação anual do PNAE.

Mas ainda não existe um sistema de informações específico, com abrangência e capilaridade compatíveis com os requisitos da tarefa. Para suprir parcialmente essa deficiência, a AEB utiliza o Sistema de Informações Gerenciais e de Planejamento do Plano Plurianual (SIGPLAN) e o Sistema de Informações Gerenciais do MCT (SIGMCT). Há também um sistema informatizado de acesso restrito (<http://www.pnae.webkayros.com/>) utilizado para gerar, a partir das avaliações feitas por coordenadores das ações do PPA e por técnicos da Agência, os relatórios de avaliação do SIGPLAN.

Além disso, as metas e indicadores do PNAE não estão definidos de forma suficientemente precisa de modo a permitir que a avaliação do programa torne-se mais objetiva, menos impressionista. Quanto aos mecanismos de recompensa, veremos adiante, em item específico, que eles não são congruentes com os requisitos da tarefa.

Por outro lado, o controle dos recursos orçamentários do PNAE favorece a execução direta de projetos, pela AEB, como forma de sinalização da orientação estratégica a ser adotada pelos demais órgãos do SINDAE. Essa sinalização pode se tornar tão ou mais efetiva que os mecanismos de coordenação sistêmica, mas a escassez de especialistas de alto nível na Agência é um obstáculo considerável à ampliação dessa estratégia.

Há outro obstáculo mencionado na maioria das entrevistas com gerentes e técnicos da AEB: a mudança na posição relativa da Agência dentro da estrutura da APF, da Presidência da República para o MCT, efetivada em 1999, é vista como sinal de desprestígio político, de abandono, pelo Estado brasileiro, dos compromissos assumidos quando da criação da AEB. Essa opinião é compartilhada por diversos atores do SINDAE.

O fato é que, em virtude da debilidade institucional da Agência e da gestão centralizada dos recursos, humanos e financeiros, na Administração Pública Direta,

Autárquica e Fundacional, outros órgãos federais desempenham papéis relevantes na coordenação do PNAE, afetando tanto a estratégia quanto a operacionalização do programa.

O MP, órgão responsável pela gestão do PPA e do Orçamento da União e também pela política de pessoal, inclusive no que se refere à contratação de pessoal e à concessão de reajustes salariais, e o Ministério da Fazenda, responsável pela liberação de recursos financeiros, exercem influência considerável nos rumos das atividades espaciais brasileiras.

Além de ter ascendência hierárquica sobre o INPE e sobre a AEB, o MCT coordena, na prática, a distribuição dos recursos entre as ações do PNAE, respeitados os limites superiores, orçamentário e financeiro, estabelecidos, respectivamente, pela Secretaria de Orçamento e Finanças do Ministério do Planejamento (SOF/MP) e pela Secretaria do Tesouro Nacional do Ministério da Fazenda (STN/MF), os quais são atribuídos diretamente a cada Ministério.

A Casa Civil da Presidência da República teve papel mais destacado, em 2004, ano em que foi constituído, por meio do Decreto nº. 10.269/2004, um Grupo de Trabalho Interministerial, composto por representantes de 20 Ministérios e do Comando da Aeronáutica, para propor e acompanhar as ações necessárias ao desenvolvimento sustentável do Município de Alcântara, no qual está situado o principal centro de lançamentos: o CLA. A região de Alcântara é uma área de valor histórico, habitada por quilombolas e outros grupos que reivindicam a posse de terras adjacentes aos sítios de lançamento do Centro como meio de preservação de seus costumes ancestrais.

A fragilidade institucional da AEB também era característica da COBAE, órgão responsável pela coordenação das atividades espaciais, antes da criação da Agência. Para Costa Filho (2002: 166), “a COBAE, responsável por orquestrar toda a Missão, não conseguiu exercer efetivamente o seu papel, devido à falta de uma estrutura física e recursos humanos

que pudessem efetivamente participar como coordenadores do programa junto às instituições. Assim, favorecidos por um arranjo institucional deficiente, o INPE e o CTA desenvolveram seus subprogramas de maneira dissociada”.

A estratégia adotada pela COBAE, segundo Costa Filho (2002: 147), foi a de adaptar-se à estrutura existente: “no período da MECB, o arranjo institucional buscou muito mais se adaptar à estrutura existente do que propriamente influenciá-la. Em razão da consolidação das instituições e das trajetórias distintas, aliadas a culturas organizacionais diferentes, seria muito difícil para a Comissão concentrar todos os esforços em torno de si. Em razão disto, o papel da COBAE no arranjo institucional foi muito mais de um organismo que busca se adaptar ao sistema já criado, com o perfil bi-institucional prevalecendo, do que propriamente um ator com capacidade de liderança.”

Diferentemente da COBAE, a AEB ousou adotar medidas fortes e polêmicas para reforçar a coordenação sistêmica, tais como a centralização, na Agência, dos recursos orçamentários do PNAE e a execução direta de projetos destinados a conferir uma orientação estratégica às atividades espaciais brasileiras: a criação da Alcântara Cyclone Space, empresa binacional, brasileira e ucraniana, que prestará serviços de lançamento de satélites, em bases comerciais, a partir do CLA, e o desenvolvimento, pela indústria nacional, da totalidade do projeto da plataforma multimissão (PMM).

O processo participativo de planejamento que resultou na atual versão do PNAE, a liderança da Agência nas negociações internacionais mais recentes, e as atividades de divulgação ampla do programa espacial – projetos AEB Escola e Quintas Espaciais<sup>35</sup> - também são exemplos de estratégias equalizadoras, conforme conceituado por Cavalcanti

---

<sup>35</sup> Série de palestras de divulgação realizadas às quintas-feiras, na sede da AEB, em Brasília, com entrada franca.

(2005), adotadas pelos dirigentes da AEB, face aos condicionamentos impostos pelo ambiente político, desfavorável à promoção de alterações substantivas na modelagem do Sistema.

Na opinião de especialistas da AEB, o fluxo de informações, no âmbito do SINDAE, é prejudicado pela cultura de sigilo de informações, ainda predominante na área espacial, em virtude da origem militar de algumas instituições do Sistema. Nesse contexto, a criação de uma agência espacial civil, com todos os recursos humanos, financeiros e legais necessários ao seu funcionamento, teria enfrentado resistências dos militares, pois, como sustenta Costa Filho (2002: 169), “ocasionaria a” abertura” do programa espacial à sociedade, algo que não era visto com bons olhos nos tempos da ditadura.

#### **5.4 Sistemas de recompensas**

Os órgãos públicos do SINDAE dispõem de limitadíssima autonomia para a definição de mecanismos de recompensa compatíveis com os requisitos da tarefa, pois atuam com pessoal, infra-estrutura e orçamento próprios da Administração Pública Direta, Autárquica e Fundacional. A pequena participação da indústria na execução do programa, com seus mecanismos mais ágeis e flexíveis de recompensa, contribui para acentuar o clima de desestímulo à inovação, tradicionalmente associado a estruturas burocráticas.

A Lei nº. 8.112, de 11 de dezembro de 1990, trata da remuneração e da concessão de indenizações e gratificações aos servidores federais civis, abrangidos pelo Regime Jurídico Único (RJU). A Lei 8.691, de 28 de julho de 1993, e suas alterações, dispõe sobre o Plano de Carreiras da área de ciência e tecnologia, que abrange os servidores do INPE, os servidores civis do IAE e os servidores do MCT, incluindo-se, dentre eles, os cedidos à Agência. A Lei nº. 6.880, de 9 de dezembro de 1980, que dispõe sobre os direitos, deveres e prerrogativas dos militares, inclusive recompensas, abrange os servidores militares do IAE, CLA e CLBI, unidades administrativas do CTA.

Não há mecanismos de recompensas ágeis e eficazes para os servidores do RJU. Face à forte influência de variáveis políticas no provimento dos cargos de direção e assessoramento (DAS), na esfera federal, e à adoção preferencial de mecanismos de promoção automática por antiguidade ou por titulação acadêmica, em detrimento das gratificações por desempenho efetivo no cargo, mais complexas e sujeitas a controvérsias, as indenizações previstas na Lei 8.112/90 -, ajudas de custo, diárias, transporte e auxílio-moradia - têm sido utilizadas, pelos órgãos públicos do SINDAE, como mecanismos precários de recompensa, uma vez que não

se incorporam à remuneração do servidor. A adoção dessa prática é bastante freqüente nas organizações integrantes da Administração Pública Direta, Autárquica e Fundacional.

Para compensar a insuficiência do atual sistema de recompensas, ao menos no que se refere às Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT) - definidas como órgãos ou entidades da administração pública que tenham por missão institucional, dentre outras, executar atividades de pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico - a Lei nº. 10.973/2004, conhecida como Lei de Inovação, criou condições legais para que pesquisadores vinculados a essas instituições possam engajar-se em projetos de empresas privadas e para que as empresas também possam desenvolver projetos dentro das ICT.

A Lei de Inovação prevê também mecanismos de incentivo para que os pesquisadores das ICT, civis ou militares, tenham acesso aos resultados financeiros, advindos da comercialização de inovações de cujo desenvolvimento eles tenham participado. O parágrafo segundo do art. 9 dessa lei estabelece que “O servidor, o militar ou o empregado público envolvido na prestação de serviços prevista no caput poderá receber retribuição pecuniária, diretamente da ICT ou de instituição de apoio com que esta tenha firmado acordo, sempre sob a forma de adicional variável e desde que custeado exclusivamente com recursos arrecadados no âmbito da atividade contratada”.

Foi aberta ainda a possibilidade de afastamento de pesquisadores para constituir empresas inovadoras, de base tecnológica, superando os entraves do inciso X do artigo 117 do Estatuto do Servidor Público, que vedava a atividade empreendedora desses profissionais.

A efetividade destes dispositivos legais depende, no entanto, de uma regulamentação complexa<sup>36</sup> que demandará tempo para ser totalmente concluída e da formação de jurisprudência específica, para oferecer mais segurança aos administradores que se disponham a aplicar os dispositivos previstos na Lei de Inovação. Há dúvidas, por exemplo, sobre o julgamento, pelo Tribunal de Contas da União (TCU), da aplicação dos dispositivos dessa Lei, pois, diferentemente da atitude adotada nos demais casos, o TCU não tem oferecido assistência aos órgãos públicos que aplicam os dispositivos previstos na Lei de Inovação.

Nas condições vigentes, a capacidade de liderança dos gerentes das organizações do SINDAE e a força dos ideais relacionados à conquista do espaço, presentes no imaginário de especialistas e pesquisadores da área, ainda são fundamentais para o sucesso das atividades espaciais brasileiras.

## **5.5 Pessoas**

As organizações do SINDAE, excetuando-se as empresas do setor aeroespacial e as universidades privadas, integram a Administração Pública Direta, Autárquica e Fundacional e estão sujeitas às normas de contratação e de remuneração de pessoal estabelecidas pela Secretaria de Recursos Humanos do MP e às limitações impostas pela manutenção do superávit fiscal. Essa restrição é percebida como causa indireta dos insucessos do programa espacial e foi expressamente identificada como tal no Relatório divulgado pelo Ministério da Defesa (2004).

---

<sup>36</sup> A Lei de Inovação foi regulamentada pelo Decreto 5.563, de 11 de outubro de 2005. O decreto não esgota, no entanto, todos os aspectos a serem regulamentados, que podem ser objeto de Portarias, alterações nos Regimentos Internos das IFCs e outros atos normativos.

O esvaziamento do quadro de pessoal civil do CTA tornou-se mais evidente após o acidente com o VLS, que resultou na morte de 21 técnicos, mas já podia ser observado no início da década de 90. Parte expressiva desses técnicos foi atraída pelos salários e condições de trabalho oferecidas pela EMBRAER.

O Relatório divulgado pelo Ministério da Defesa (2004) mostra uma situação de esvaziamento progressivo do quadro de servidores civis do CTA, a partir de 1987, devido aos baixos salários, e às sucessivas medidas de reforma administrativa adotadas no período: demissão de 152 servidores civis não estáveis e afastamento de outros 574, colocados em disponibilidade, em 1990; aposentadoria de 456 servidores, nos anos de 1991 e 1992, logo após a entrada em vigor do Regime Jurídico Único dos servidores civis, instituído pela Lei 8.112/90, que transformou servidores regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) em estatutários; demissão voluntária, em 1997, de 101 servidores atraídos pelas vantagens oferecidas pelo Programa de Desligamento Voluntário (PDV) dos servidores civis do Poder Executivo Federal; e demissão voluntária, nos anos de 1999 e 2000, de 90 servidores, dentre eles alguns dos melhores e mais capacitados servidores da área espacial do CTA, devido à conjugação de um segundo PDV com a retomada de crescimento da EMBRAER. A divulgação prévia, durante o ano de 1998, das medidas de reforma do sistema previdenciário, algumas das quais vieram a ser aprovadas pela Emenda Constitucional nº. 20, de 15 de dezembro de 1998, teria provocado a antecipação de 200 aposentadorias.

Os concursos públicos realizados em 1993 (31 contratados), em 1994 (433 novos contratados, dos quais 179 pediram exoneração logo depois), e em 2001 (345 novos servidores, dos quais 25 pediram exoneração logo depois) não lograram compensar as perdas ocorridas no mesmo período e que acabaram sendo evidenciadas, de forma trágica, no acidente com o VLS-1, em 2003. A comoção nacional provocada pelo acidente mobilizou

esforços para a realização de um novo concurso público, em 2004, para a contratação de 167 servidores, especialistas de nível superior e médio, para atender o IAE que desenvolve o projeto do veículo lançador brasileiro, e os Centros de Lançamento, CLA e CLBI.

A evasão de especialistas experientes prejudicou a formação do pessoal contratado, em 2004, pelo IAE, pois o desenvolvimento de lançadores é uma atividade parcialmente artesanal, que depende não só de conhecimentos explícitos, codificados, mas também de conhecimentos tácitos, não codificados.

Algumas tecnologias utilizadas no VLS são de acesso restrito, em virtude do seu caráter dual, e o conhecimento acumulado pelo Brasil nesse campo pode ser perdido, se não houver um fluxo contínuo de novas contratações. A disponibilidade de recursos humanos qualificados, capazes de assimilar novos conhecimentos, também é uma condição essencial para o sucesso das iniciativas de cooperação técnica internacional. Informações prestadas pela Direção do IAE revelam, no entanto, que esse fator não tem sido devidamente considerado pelo MP, órgão responsável pelas autorizações para realização de concursos públicos. As negociações entre o IAE e o Ministério para a recomposição do quadro de pessoal do Instituto não estariam avançando no ritmo esperado, devido ao desconhecimento pelo MP das especificidades do setor.

Todos os servidores civis do CTA integram o Plano de Carreiras da área de ciência e tecnologia, criado pela Lei nº. 8.691/93, que é composto pelas carreiras de pesquisa, de desenvolvimento tecnológico, que abrange cargos de nível médio e superior, e pela carreira de gestão, planejamento e infra-estrutura em ciência e tecnologia. Mas em algumas áreas, como os Centros de Lançamento vinculados ao Comando, há também servidores militares.

Apesar de desfrutarem de algumas regalias não concedidas aos servidores civis, tais como regime de previdência diferenciado e assistência médica integral ao militar e aos seus

dependentes, a desvantagem salarial acumulada pelos militares, em relação aos civis, nos últimos quatro anos, tem sido um fator de desestímulo à permanência dos mais qualificados nos quadros militares. Segundo a Nota Técnica 001/2007 do Ministério do Planejamento, o custo unitário médio do servidor militar, que engloba gastos com salários, encargos e benefícios, caiu 19,2% entre 2002 e 2006, em termos reais. No mesmo período, o custo médio dos servidores civis subiu 5,29% acima da inflação medida pelo IBGE. Os dados se referem aos servidores da ativa (Folha de São Paulo, 15/04/2007).

A última autorização, dada pelo MP, para a realização de concurso público para o INPE foi em 2004, período em que foi concedida autorização semelhante ao CTA. O número total de pessoas trabalhando no INPE corresponde a 2.221 pessoas. Desse total, 1.116 são servidores públicos, 313 são bolsistas (pós-graduação, desenvolvimento tecnológico e iniciação científica), 181 são estagiários e 611 terceirizados. Os servidores públicos do INPE também integram o Plano de Carreiras da área de ciência e tecnologia, previsto na Lei 8.691, de 28 de julho de 1993: 193 são da carreira de pesquisa; 560 da carreira de desenvolvimento tecnológico, que abrange cargos de nível médio e superior, e 363 são da carreira de gestão, planejamento e infra-estrutura em ciência e tecnologia. Cerca de 30% (correspondente a 334 servidores) deve reunir as condições exigidas para solicitar suas aposentadorias até 2011, percentual que se eleva para 52% (ou 580 servidores), se considerarmos o horizonte de 10 anos, ou seja, 2016 (INPE, CPA 036-2006: 9).

Desde sua criação, a AEB permanece sem um quadro de pessoal permanente específico. Em 2005, a AEB contava com apenas 84 servidores sendo 10 do quadro permanente do MCT, todos de nível médio, e os demais, diretores, coordenadores e técnicos, são oriundos de outras instituições públicas, em especial do INPE e do CTA, e estão cedidos

precariamente à Agência para exercer cargos comissionados<sup>37</sup> (cargos de direção e assessoramento - DAS). Embora haja, dentre os servidores cedidos, vários especialistas em tecnologias espaciais, eles não são necessariamente qualificados para a tarefa específica da AEB, a gestão da política espacial, tarefa em si mesma sujeita a controvérsias, no âmbito da comunidade do setor espacial, quanto à sua abrangência e alcance.

A situação salarial dos servidores dos institutos públicos de pesquisa do SINDAE evoluiu favoravelmente, a partir de 2003. Apesar da diferença existente entre os salários oferecidos pelo mercado e pelo setor público, em favor dos primeiros, os salários daqueles que possuem titulação equivalente ao mestrado e ao doutorado, são relativamente bons. Além disso, o serviço público voltou a ser uma opção atraente de emprego para a classe média, por causa da estabilidade.

**Tabela 6 - Evolução Salarial das Carreiras de C&T – 2002 a 2006**

PERÍODO	OCORRÊNCIA
JAN 2002	Reajuste de 3,5%
JAN 2003	Reajuste de 1%
MAI 2003	Criação da Vantagem Pecuniária Individual- R\$59,87
DEZ 2003	GADCT passou a ser igual para todos: 24% Individual e 16% Institucional (anteriormente: 35% NS, 15% NI e 5% NA)
JUN 2004	Mudou o percentual referente à titulação: 27% Especialização; 52,5% Mestrado e 105% Doutorado. (anteriormente: 18% Especialização, 35% Mestrado e 70% Doutorado)
OUT 2004	Mudanças na GADCT: 30% Individual e 20% Institucional. A parcela individual passou a ser paga com base na avaliação coletiva (mesma para todos).
FEV 2006	Reestruturação das Carreiras de C&T. Reajuste de 15% no vencimento básico

*Fonte: Adaptado de INPE, CPA 053: 2006*

Segundo consta no PNAE 2005-2014, o estoque de capital humano na área espacial corresponde a aproximadamente 3.000 especialistas, atuando nas instituições de governo e na indústria.

<sup>37</sup> Cargos com vínculo empregatício precário.

Por ocasião da última revisão do programa, foram identificadas as seguintes áreas técnicas nas quais haveria carência de pesquisadores e especialistas: (a) materiais e processos; (b) controle de atitude e órbita; (c) sensores e atuadores espaciais; (d) imageadores ópticos de alta resolução; (e) radares de abertura sintética; (f) nanotecnologias; e (g) propulsão líquida.

Os programas de fomento mantidos pela AEB ainda não foram modelados para atender às necessidades de capacitação do setor, em especial, às dos órgãos executores, os quais estão empenhados em definir políticas de capacitação próprias, congruentes com os objetivos e metas definidas nos seus próprios planejamentos estratégicos. Por sua vez, as ações de capacitação desenvolvidas pela AEB para seus servidores são prejudicadas pela precariedade dos vínculos e pela indefinição sobre as competências necessárias ao desenvolvimento da tarefa de coordenação do PNAE, a cargo da Agência.

## **5.6 Risco e Confiabilidade nas organizações do SINDAE**

No dia 2 de novembro de 1997, o Brasil tentou levar ao espaço seu primeiro Veículo Lançador de Satélites (VLS- 1), mas um dos quatro motores não acendeu e o foguete acabou destruído, por razões de segurança. Em 11 de novembro de 1999, outra falha ocasionou a explosão do segundo protótipo. Em 22 de agosto de 2003, novo acidente com o terceiro protótipo, o VLS- 1 V03, desta vez com vítimas fatais: 21 profissionais, entre engenheiros, pesquisadores e técnicos do CTA, que morreram vítimas da ignição prematura de um dos motores do 1º estágio do foguete, em uma das maiores tragédias da história da exploração espacial. Os danos materiais abrangeram a destruição do foguete, de dois satélites de pequeno porte, SATEC e UNOSAT, e da Torre Móvel de Integração (TMI) do CLA, na qual ele estava sendo montado.

Dentre as causas indiretas do acidente, mencionadas no Relatório divulgado pelo Ministério da Defesa (2004), há problemas comuns a todas as organizações que integram a Administração Pública Direta, Autárquica e Fundacional: (a) defasagem expressiva entre os recursos financeiros necessários e os efetivamente alocados no projeto do lançador e descontinuidade na sua liberação; (b) política de restrições à contratação de recursos humanos, associada à defasagem salarial, ocasionando perda de pessoal técnico qualificado; e (c) falta de governança dos gerentes frente aos problemas, cuja solução encontra-se muito além da sua esfera de ação.

Também há problemas específicos das organizações responsáveis pelo desenvolvimento do VLS: a baixa eficácia do sistema de comunicação funcional e a pouca valorização das contribuições dos níveis hierárquicos inferiores, características associadas a

estruturas hierarquizadas e centralizadas, foram identificadas como causas remotas do acidente com o lançador.

Vimos que a hipótese central da TCE é que estruturas hierárquicas e centralizadas são adequadas a ambientes de “baixo grau de incerteza”, enquanto estruturas comunicativas e participativas são mais adequadas a situações de “elevado grau de incerteza”. No caso do desenvolvimento do VLS-1, além da incerteza técnica associada à tarefa, há incertezas ambientais, de ordem organizacional e política.

A incerteza técnica é inerente, segundo Charles Perrow (1999), aos sistemas que conjugam alta complexidade interativa e acoplamento forte. Para Dulac, Leveson e Marais (2004), a incerteza técnica é inerente aos sistemas espaciais de alta complexidade, em especial, àqueles que estão na fronteira do conhecimento tecnológico, como os ônibus espaciais norte-americanos (*space shuttle*). Esses autores (2004: 4) sustentam que “em qualquer período, o Shuttle tem mais de 3.000 *waivers* (autorizando o voo embora problemas potenciais não tivessem sido completamente resolvidos) e um total superior a 4.000 componentes de criticalidade 1 e 1R<sup>38</sup>. Decidir quais problemas não resolvidos devem ser priorizados é um problema difícil em si mesmo. Além disso, como muitos sistemas *high tech* usam novas tecnologias, o entendimento dos fenômenos físicos envolvidos, que poderiam causar problemas, é freqüentemente limitado. A NASA (e outras organizações) não podem esperar pelo entendimento total, antes de lançar sistemas tecnologicamente complexos.”

Projetos tecnológicos de alta complexidade, como os ônibus espaciais, estão igualmente sujeitos às incertezas organizacionais e políticas (DULAC, LEVESON e MARAIS, 2004).

---

<sup>38</sup> Criticalidade 1 significa que a falha do componente pode causar a perda do Shuttle. A categoria 1R significa que existe uma função redundante que pode potencialmente mitigar essa falha.

A incerteza técnica também está associada ao desenvolvimento do VLS: o Brasil ainda não domina completamente as tecnologias associadas ao lançador, algumas de caráter dual, sujeitas, portanto, a restrições de acesso. No caso do terceiro protótipo, que explodiu antes do lançamento, nem todos os *waivers* estavam corretamente documentados<sup>39</sup>, em desacordo com as normas internacionais. Por exemplo: fios torcidos blindados na parte interna da “linha de fogo” dos propulsores do primeiro estágio, previstos na especificação original do projeto, foram substituídos por fios torcidos sem blindagem. Conforme consta no Relatório do Ministério da Defesa (2004: 71), essa substituição foi feita, “em virtude da indisponibilidade de fio trançado e blindado para o circuito de teledestruição”, respaldada por um simples Memorando Técnico, “sem que tivesse sido formalizada, comunicada ou consultada a gerência do projeto”.

Quanto às incertezas ambientais, vimos que os orçamentos destinados ao VLS sofrem fortes oscilações anuais. Seus objetivos e parâmetros técnicos estão igualmente sujeitos a alterações, em função de mudanças nos cenários políticos, nacional e internacional. No plano internacional, a política de combate ao terrorismo do governo George W. Bush tende a reforçar as restrições impostas, pelos Estados Unidos e por seus aliados, à exportação de alguns componentes de uso dual utilizados pelo lançador. No cenário nacional, a competição por recursos entre projetos tecnológicos de grande porte, conjugada às restrições fiscais, podem resultar em congelamento ou redução do montante de recursos destinados ao VLS. Incertezas organizacionais e políticas são comuns a todos os projetos do PNAE.

Se analisarmos as instituições militares que integram o SINDAE - o IAE, instituto responsável pelo desenvolvimento do foguete brasileiro, subordinado ao CTA - cujas

---

<sup>39</sup> No caso do primeiro protótipo, também teria havido, segundo relatos, alterações de última hora nos fornecedores de equipamentos (detonadores de desacoplamento) do primeiro estágio do foguete.

estruturas organizacionais são hierarquizadas e centralizadas, podemos concluir que elas seriam, de acordo com a hipótese central da TCE, inadequadas a projetos de desenvolvimento tecnológico como o VLS-1, os quais estão sujeitos a incertezas de toda ordem e dependem de conhecimentos técnicos que podem estar localizados nos níveis hierárquicos inferiores ou serem privativos de determinadas categorias profissionais. Senão, vejamos.

No Relatório divulgado pelo Ministério da Defesa (2004: 97) consta que “Os engenheiros e técnicos tanto nas entrevistas individuais como em grupo, consideraram que o relacionamento pessoal com pares é um aspecto favorável no ambiente de trabalho, por ser amistoso e haver bom entrosamento. Quanto ao relacionamento funcional com superiores, os engenheiros, nas entrevistas de grupo, referiram-se a uma condição em que a assessoria técnica nem sempre é valorizada pelos gerentes, prevalecendo o fluxo de comunicação basicamente descendente. Essa mesma percepção apareceu na relação entre técnicos e engenheiros, porém restrita a alguns setores funcionais”.

Se analisarmos a experiência internacional, há indícios de que a hierarquia também tenha desempenhado um papel decisivo na tragédia ocorrida com o ônibus espacial norte-americano *Columbia*, que se desintegrou, em fevereiro de 2003, durante a reentrada na atmosfera da Terra, levando consigo sete astronautas. A causa imediata da explosão do *Columbia* foi o choque, com a asa esquerda, de uma parte do revestimento da nave que havia se soltado durante o seu lançamento, mas há pesquisadores que sustentam que tanto esse acidente como o ocorrido anteriormente com o ônibus espacial *Challenger* foram tragédias decorrentes, sobretudo de falhas organizacionais (ROMZEK e DUBNICK: 1987; HALL: 2003).

De modo similar ao caso do ônibus espaciais norte-americanos, há fortes indícios de falhas de comunicação entre os níveis hierárquicos durante a operação de lançamento do

foguete brasileiro. Segundo a Folha de São Paulo (15/03/2004), “os problemas começaram em 16 de abril, quando ordens superiores vindas da Aeronáutica comandaram o retorno imediato das equipes do IAE (Instituto de Aeronáutica e Espaço) do CTA (Comando Geral de Tecnologia Aeroespacial) então alocadas no Centro de Lançamento de Alcântara para preparar a terceira tentativa de levar o VLS- 1 ao espaço. Não houve explicações para a ordem de interrupção. Os técnicos e engenheiros retornaram a São José dos Campos, mas as partes do foguete ficaram em Alcântara. Quando a operação foi retomada, em 2 de julho, também sem explicações, não houve testes para verificar a integridade dos equipamentos, após dois meses e meio no centro de lançamento”.

Falhas de comunicação foram observadas durante todo o processo. A reportagem da Folha de São Paulo (15/03/2004) afirma que, após a retomada da operação e o retorno dos técnicos, “foram verificados problemas com o sistema de cabos elétricos que ligava a casamata (centro de controle avançado, próximo à plataforma de lançamento) ao veículo lançador. Esses cabos transmitiam não somente as leituras dos sensores colocados no foguete, mas também os comandos de acionamento dos motores, ou linhas de fogo. Em várias ocasiões, técnicos e engenheiros do IAE pediram aos responsáveis que fizessem a manutenção dos cabos, encontrados imersos em lama e afetados por água nas suas calhas. Os problemas não chegaram a ser totalmente sanados (...) Durante a primeira contagem simulada, ocorrida entre 17 e 18 de agosto, um blecaute deixou as equipes no escuro. Na segunda contagem, foram medidos valores anômalos das linhas de fogo. O chefe da equipe de eletrônica apontou a necessidade de realizar “uma análise mais aprofundada”. A comissão de investigação não encontrou evidências de que isso tenha ocorrido. (...) Todas estas informações chegavam à chefia da operação em relatórios produzidos pelas equipes no início de cada dia, indicando as atividades realizadas e as dificuldades enfrentadas. Apesar disso,

não houve esforço no sentido de acompanhar as atividades em tempo real, ou mesmo coordenar sua realização adequadamente”.

Sobre os problemas de comunicação entre as instituições que participavam do lançamento, o Relatório do Ministério da Defesa (2004: 72) observa que “foi constatada a necessidade de haver um melhor intercâmbio de informações entre as organizações participantes, inclusive com desconhecimento, por parte dos operadores do CTA, CLBI e INPE, de regras ou normas estabelecidas pelo CLA”.

O Relatório não aponta a causa precisa do acidente, levanta apenas uma série de hipóteses sobre a origem da corrente elétrica que precipitou a ignição prematura do propulsor A do primeiro estágio do foguete, mas a operação de lançamento, descrita nesse documento, revela alguns problemas que podem ter contribuído para a ocorrência da tragédia: equipes trabalhando simultaneamente em tarefas diferentes, falhas no controle de acesso à plataforma de lançamento, problemas elétricos crônicos, deficiências na manutenção da estrutura do CLA, ausência de análises de risco e de controle efetivo das atividades de lançamento.

Charles Perrow (1999) sustenta que sistemas que conjugam alta complexidade interativa e acoplamento forte podem ser afetados por acidentes que não podem ser previstos ou evitados. Se, além dessas características, o sistema puder causar uma catástrofe – caracterizada pela perda de vidas humanas ou animais e por danos irreversíveis ao meio ambiente – ele deve ser classificado como de alto risco. Perrow (1999) admite que os sistemas espaciais possuam essas características, embora julgue que seu potencial catastrófico seja pequeno, uma vez que, em caso de acidentes, a perda de vidas humanas ficaria restrita ao grupo de pessoas diretamente envolvidas com o desenvolvimento ou com a operação desses sistemas: tripulantes e técnicos.

Segundo o autor, a proximidade entre as fases de produção e o pequeno espaçamento entre os equipamentos são características associadas a sistemas complexos. Elas podem ser acidentais ou planejadas pelos *designers*. Em sistemas complexos, falhas independentes podem interagir de modos que não podem ser previstos pelos planejadores ou pelos operadores do sistema. Se, além disso, o sistema também for fortemente acoplado, uma cascata de efeitos pode sair rapidamente do controle, antes que os operadores possam entender o que está ocorrendo e adotar as medidas apropriadas.

Sendo assim, é possível supor que a proximidade entre as sete equipes, totalizando 21 pessoas, que estavam trabalhando simultaneamente em tarefas diferentes, relacionadas à integração do foguete, conforme consta no Relatório divulgado pelo Ministério da Defesa (2004: 38), tenha ensejado uma inesperada conexão entre dois ou mais subsistemas ou componentes, provocando interações não - lineares, que, certamente, não haviam sido planejadas. Do mesmo modo, as deficiências no controle de acesso à plataforma de lançamento<sup>40</sup> podem ter favorecido outras interações, não familiares, nem esperadas, aumentando o grau de complexidade do sistema homem-máquina. Finalmente, a compreensão limitada de alguns processos, uma vez que o Brasil ainda não denomina completamente as tecnologias envolvidas no desenvolvimento do lançador, pode ter resultado no desconhecimento, tanto pelos planejadores quanto pelos operadores, de algumas interações possíveis entre os subsistemas ou componentes.

O quadro descrito no Relatório divulgado pelo Ministério da Defesa (2004) parece corroborar a tese de Sagan (2004) para quem, no cotidiano das organizações, mesmos os dispositivos concebidos para atuar de forma independente acabam por interagir, tornando o sistema mais complexo e mais imprevisível.

---

<sup>40</sup> A possibilidade de sabotagem não foi analisada claramente no Relatório.

Características dos sistemas fortemente acoplados, as duplicações planejadas (*designed in*) de componentes ou subsistemas, usuais neste tipo de projeto, - redundâncias de substituição, conforme definido por Perrow (2007) - podem ter favorecido a ocorrência de interações disfuncionais entre componentes ou subsistemas. Os efeitos saíram do controle dos operadores: todo o processo de queima do foguete, desde o início, às 13h31min08s, consumiu apenas 08 minutos e 45 segundos, dentre outros fatores, devido à impossibilidade de controle sobre a queima do propelente<sup>41</sup>, utilizado em todos os quatro estágios do foguete, a qual não permitiu que o processo fosse interrompido ou retardado. Sequências invariantes e impossibilidade de atrasos no processamento também são características dos sistemas fortemente acoplados (PERROW, 1999).

Após o acidente, o Comando da Aeronáutica do Ministério da Defesa (2004a) anunciou uma série de medidas, baseadas nas recomendações do referido Relatório. Algumas medidas estão relacionadas à gestão da qualidade total (elaboração de manuais de qualidade, certificação de produtos espaciais, melhoria do ambiente de trabalho) e à capacitação de pessoal. Outras parecem ter sido inspiradas nas recomendações da abordagem organizacional conhecida como HRT.

Vimos, no Referencial Teórico, que os pesquisadores da HRT identificaram algumas medidas que supostamente contribuiriam para limitar o número de falhas e acidentes nos sistemas de alto risco: (a) priorização de ambas, segurança e performance, e consenso sobre os objetivos da organização; (b) promoção de uma cultura de “confiabilidade” nas operações centralizadas e descentralizadas simultaneamente; (c) uso de estratégias de aprendizagem organizacional que maximizem conhecimentos sobre acidentes, incidentes e erros; e (d) uso

---

<sup>41</sup> O VLS utiliza propelente sólido perclorato de amônio, polibutadieno e alumínio em pó. A utilização desse tipo de propelente dificulta manobras de precisão e impede o desligamento do motor em caso de problemas.

extensivo de redundância técnica (duplicação de sistemas, subsistemas e componentes) e de pessoal (duplicação de postos e funções, especialmente na área de segurança).

A realização de estudos para a definição de objetivos de longo prazo para o CTA e a contratação da Universidade de Campinas (UNICAMP), para prestar consultoria técnica na formulação do plano estratégico institucional, são medidas destinadas a promover a formação de *consenso sobre os objetivos da organização*.

A instituição da função de Coordenador de Proteção ao Conhecimento no âmbito do IAE e a realização de palestras instrutivas com os servidores sobre a importância da proteção ao conhecimento podem ser classificadas como *estratégias de aprendizagem organizacional*.

A criação, na estrutura do CTA, de uma Coordenadoria de Segurança no Trabalho para atuar no IAE, a otimização dos processos técnicos em todas as Divisões do IAE, com a participação dos técnicos, a implementação de planos de gerenciamento de crise, e a revisão de todos os procedimentos de segurança, nos Centros de Lançamento, CLA e CLBI, foram medidas destinadas a promover uma *cultura de “confiabilidade”*.

O Relatório do Ministério da Defesa (2004) não faz recomendações específicas sobre uso de redundância técnica ou de pessoal, mas uma das primeiras providências adotadas pelo Comando da Aeronáutica, após o acidente, foi contratar duas empresas russas para prestar consultoria técnica: a Space Rocket Center Makeyev, para realizar uma revisão crítica do projeto do VLS, e a KBTM, para dar suporte ao desenvolvimento da nova Torre Móvel de Integração.

A atual versão do veículo brasileiro (VLS-1) conta com motores a combustível sólido, divididos em quatro estágios. Acionados um após a queima do outro, oferecem, nas diferentes fases da trajetória do lançador, o impulso necessário ao lançamento de satélites ao espaço. O que se pretende, com a cooperação técnica russa, é modernizar o veículo brasileiro com a

troca do terceiro e quarto estágios por um único estágio de propulsão líquida, melhorando sua performance. Além disso, a queima do estágio com propulsão líquida poderia ser, em tese, interrompida, devido às características desse tipo de propelente.

Manter a percepção de vulnerabilidade, combater a assimilação de condutas inadequadas e estimular a comunicação aberta e franca entre os níveis, técnico e gerencial, das organizações também são estratégias propaladas pelos estudiosos das HRO, a partir de estudos de caso de sistemas de alto risco que, apesar disso, operam com baixa taxa de acidentes ou falhas. O desenvolvimento de um Plano de Comunicação Social, com o objetivo de informar aos servidores sobre as ações em curso no CTA, medida adotada pelo Comando, parece insuficiente para atingir esses objetivos.

O acidente funcionou como uma “janela de oportunidade” perversa para o IAE. Ele contribuiu para o aperfeiçoamento da gestão do Instituto que passou a desfrutar de relativa autonomia de gestão no que concerne ao projeto VLS, e obteve recursos adicionais, orçamentários, físicos e humanos. Além disso, sob a supervisão técnica dos consultores russos, adotou procedimentos de segurança mais rigorosos: (a) todas as revisões de projeto passaram a ser documentadas, inclusive no que se refere aos eventuais descumprimentos de especificações de projeto (*waivers*); (b) a análise de riscos foi incorporada à gestão dos projetos; e (c) a quantidade de testes/ensaios realizados foi aumentada.

Se o primeiro procedimento tivesse sido adotado antes do acidente, os descumprimentos de especificações do projeto estariam documentados e teriam que ser aprovados pelos gerentes. Antes do acidente, eram feitos poucos testes e ensaios, nos quais muitos aspectos eram analisados simultaneamente. Essa prática foi criticada pelos consultores russos, que costumam utilizar maquetes para ensaios de todas as partes do projeto, o que não

foi feito, por exemplo, na integração de redes elétricas do terceiro protótipo do foguete brasileiro.

Uma das maiores críticas às recomendações da HRT refere-se à priorização simultânea de segurança e performance, uma vez que os objetivos de segurança, costumam, não raro, conflitar com os objetivos de performance. A maioria dos projetos tecnológicos seria inviável, sustentam Dulac, Leveson e Marais (2004), caso a segurança fosse, de fato, priorizada tanto quanto a performance.

A priorização da segurança pode afetar negativamente a performance do projeto VLS. Na avaliação de especialistas do IAE/CTA, antes havia uma confiança quase cega entre as pessoas e entre as equipes que trabalhavam no desenvolvimento do foguete. O clima pós-acidente parece ser de menos ousadia e menos confiança na qualidade do trabalho técnico dos demais.

Os objetivos do projeto também estão menos ousados: o próximo vôo do VLS, previsto para 2009, não vai levar carga útil, só instrumentos de telemetria, o que revela um enorme pessimismo quanto à possibilidade de sucesso do lançamento<sup>42</sup>. O segundo vôo levará uma carga útil simples, uma espécie de satélite básico para testes, que deve entrar em órbita junto com o quarto estágio do foguete. O lançamento de um satélite nacional está previsto somente para o terceiro vôo. Sendo assim, não causará surpresa se esse novo cronograma de desenvolvimento do VLS acentuar o descompasso entre os dois segmentos do PNAE, satélites e lançadores, e simultaneamente retardar a consecução de um dos objetivos da política espacial brasileira: a autonomia de acesso ao espaço.

---

<sup>42</sup> A prática usual é não desperdiçar lançamentos, pois eles podem ser bem sucedidos mesmo nas primeiras tentativas.

Outra crítica às recomendações da HRT é que, como as tecnologias avançam mais rápido que as técnicas de engenharia, o aprendizado organizacional sobre como evitar acidentes pode ser perdido ou tornar-se ineficaz quando tecnologias tradicionais forem substituídas por tecnologias mais novas e sofisticadas. Essa crítica é aplicável ao caso brasileiro: o aprendizado organizacional sobre como evitar acidentes em foguetes que utilizam propulsores sólidos pode se tornar obsoleto, face às mudanças tecnológicas a serem introduzidas nas futuras versões do VLS.

Finalmente, quanto à descentralização propugnada pela HRT, vimos que Charles B. Perrow (1999), Nicolas Dulac, Nancy Leveson e Karen Marais (2004) questionam a adequação de modelos mais flexíveis e descentralizados de governança a sistemas como usinas nucleares e programas espaciais os quais seriam sujeitos inevitavelmente a falhas ou acidentes. Para esses autores, o tipo de descentralização “bottom-up” defendido pela HRT pode levar a acidentes de grandes proporções em sistemas social e tecnicamente complexos.

Esta questão é crucial para a modelagem do SINDAE: segundo algumas abordagens organizacionais, a descentralização não é a alternativa mais adequada àquelas organizações ou áreas organizacionais responsáveis pelo desenvolvimento de sistemas de alto risco.

Em sua obra mais recente, Perrow (2007) defende a desconcentração dos sistemas de alto risco, de modo a reduzir as fontes de vulnerabilidade relacionadas à concentração de energia (armazenamento de grande quantidade de substâncias explosivas, tóxicas ou inflamáveis), à concentração de poder econômico ou político e à concentração de população em áreas próximas a áreas de concentração de energia. Mesmo defendendo a desconcentração, energética, econômica e populacional, o autor afirma que a função regulatória deve continuar a cargo dos governos centrais.

Além do VLS, a realização de lançamentos de comerciais, a partir do Centro de Alcântara, por meio da empresa binacional Alcântara Cyclone Space, também poderia ser classificada como desenvolvimento de um sistema de alto risco, conforme definido por Perrow (1999). Nos dois casos, a possibilidade de acidentes envolvendo terceiros, quais sejam, as pessoas residentes em áreas próximas às instalações do Centro, deve ser seriamente considerada por planejadores, gerentes e operadores.

Se optarmos por acatar as recomendações do referido autor, a ampliação destes projetos e sua eventual transferência para empresas privadas devem ser acompanhadas de esforços do governo central (federal) no sentido de ampliar e aperfeiçoar o atual marco regulatório e de reduzir as vulnerabilidades associadas à presença de população residente em áreas próximas ao CLA e ao armazenamento de grandes quantidades de combustível ou outras substâncias tóxicas e inflamáveis imprescindíveis às operações de lançamento. O crescimento populacional do Município de Alcântara, por exemplo, não deve ser estimulado, ao contrário, deve ser mantido sob rígido controle, para evitar acidentes que possam vitimar pessoas não diretamente envolvidas nas operações de lançamento.

## 6 OS CASOS NASA E CNES

Neste item, faremos uma breve descrição da estrutura das agências espaciais civis, norte-americana e francesa, respectivamente, NASA e CNES. As soluções encontradas por essas organizações para adequar suas estruturas à complexidade da tarefa e às incertezas do ambiente estão longe de serem universais, mas podem contribuir para a análise do SINDAE, ao situá-lo num contexto mais amplo.

### National Aeronautics and Space Administration (NASA)

A NASA é a principal agência espacial civil dos Estados Unidos<sup>43</sup>. Sua missão é múltipla: “entender e proteger o planeta Terra; entender o Universo e procurar vida fora da Terra; e inspirar a nova geração de exploradores”. Para tanto, ela conta com recursos orçamentários da ordem de US\$ 16,6 bilhões, em 2006, e um quadro de pessoal composto por 19.000 servidores públicos civis, lotados no escritório central e nos 10 principais centros de pesquisa espalhados pelo país, além de 40.000 terceirizados e bolsistas.

Devido à grande diversificação do programa espacial civil norte-americano, especulava-se, no início da década, sobre uma possível divisão da NASA em várias agências, cada uma delas com um objetivo específico, e até mesmo sobre a privatização de algumas de suas atividades.

Mas, embora a Agência tenha, realmente, uma programação muito diversificada – há vários projetos de caráter puramente científico, como a sonda *Gravity Probe B*, planejada para

---

<sup>43</sup> A NOAA é a segunda mais importante, conforme visto no item “Contexto Internacional”.

testar a Teoria da Relatividade de Einstein, outros tantos projetos tecnológicos como o *Prometheus*, que envolve a utilização de energia nuclear para impulsionar naves espaciais – a maior parte de seus recursos ainda é destinada a dois projetos de grande porte e elevada complexidade tecnológica: o ônibus espacial e a ISS.

A explosão do ônibus espacial Columbia, em fevereiro de 2003, e as investigações que se seguiram ao acidente expuseram a NASA a intenso escrutínio público. O Relatório da Comissão de Investigação do Acidente do Columbia (*Columbia Accident Investigation Board Report – CAIB Report*) concluiu que os problemas não se resumiam à causa imediata do acidente: um pequeno pedaço de espuma que teria se soltado do revestimento do tanque de combustível, atingindo a asa esquerda do Columbia. Outros fatores, de natureza organizacional e gerencial, teriam sido igualmente determinantes para a ocorrência do acidente. A divulgação do Relatório provocou fortes questionamentos sobre a estrutura organizacional da Agência. O acidente com o Columbia também lembrou a tragédia ocorrida, 17 anos antes, com outro ônibus espacial – a nave *Challenger* - e colocou em xeque todo o programa de ônibus espaciais.

Após mais de 30 anos sem uma visão estratégica clara, foi divulgado, em janeiro de 2004, um documento que expressa a nova visão, da administração George W. Bush, para a exploração do espaço. O conteúdo desse documento, intitulado “Um Espírito Renovado de Descoberta: a Visão do Presidente para a Exploração Espacial”(A *Renewed Spirit of Discovery: The President’s Vision for Space Exploration*), foi aprovado, posteriormente, pelo Congresso norte-americano.

O objetivo de longo prazo, expresso na nova visão, é “impulsionar os interesses científicos, econômicos e de segurança dos Estados Unidos, por meio de um forte programa

de exploração espacial”. Com esse objetivo, planeja-se, para a próxima década, o retorno à Lua, o envio de naves tripuladas a Marte, e a exploração de todo o sistema solar.

As ações necessárias para concretizar estas metas ambiciosas – desativar o ônibus espacial até 2010, concluir a ISS, desenvolver novos sistemas de transporte e as respectivas estruturas de lançamento e suporte – foram incluídas no mais recente documento programático, o Plano Estratégico da NASA 2006 (*2006 NASA Strategic Plan*), válido por dez anos. A execução desse plano requer medidas gerenciais complexas para favorecer a colaboração e a comunicação internas, aperfeiçoar os mecanismos de responsabilização e fortalecer a gestão do programa. Segundo esse documento, a Direção Geral (*headquarters*) da NASA está organizada em quatro Diretorias:

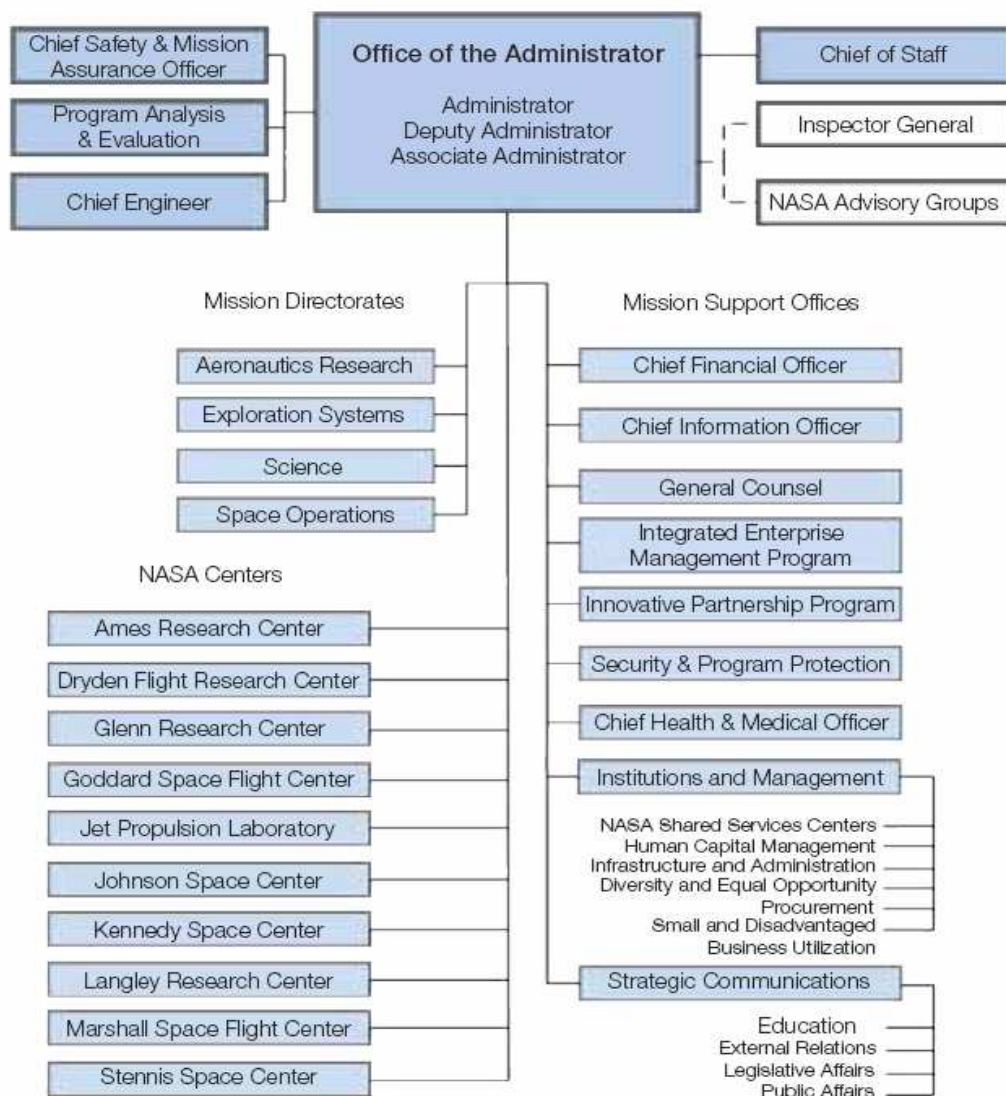
- Diretoria de Pesquisa Aeronáutica (*Aeronautics Research Mission Directorate*), responsável pelo desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao voo;
- Diretoria de Sistemas de Exploração (*Exploration Systems Mission Directorate*), encarregada do desenvolvimento de tecnologias relacionadas às missões de exploração do espaço, por seres humanos ou meios robóticos;
- Diretoria de Missões Científicas (*Science Mission Directorate*), responsável pelo desenvolvimento de missões de exploração científica da Terra, Sol, sistema solar e Universo como um todo; e
- Diretoria de Operações Espaciais (*Space Operations Mission Directorate*), encarregada do desenvolvimento de tecnologias para o ônibus espacial e para a ISS.

Os Centros Técnicos da NASA são os seguintes:

- Centro de Pesquisas Ames (*Ames Research Center - ARC*);
- Centro de Pesquisas de Voo Dryden (*Dryden Flight Research Center - DFRC*);

- Centro de Pesquisas Glenn (*Glenn Research Center - GRC*);
- Centro de Vôo Espacial Goddard (*Goddard Space Flight Center - GSFC*);
- Laboratório de Propulsão a Jato (*Jet Propulsion Laboratory - JPL*);
- Centro Espacial Johnson (*Johnson Space Center - JSC*);
- Centro Espacial Kennedy (*Kennedy Space Center - KSC*);
- Centro de Pesquisas Langley (*Langley Research Center - LaRC*);
- Centro de Pesquisas de Vôo Marshall (*Marshall Space Flight Center - MSFC*); e
- Centro Espacial Stennis (*Stennis Space Center - SSC*).

A estrutura é matricial, com duas linhas de comando: um especialista que trabalhe em um projeto desenvolvido, por exemplo, pelo JPL, está vinculado a duas linhas de comando, uma do próprio Centro e outra da Direção.

**Figura 6 – Organograma da NASA**

Fonte: 2006 NASA Strategic Plan

O sistema de gestão e governança da Agência está descrito no Manual de Gestão Estratégica e Governança da NASA (*NPD 1000.0 NASA Strategic Management and Governance Handbook*), segundo o qual, ela adota os seguintes princípios norteadores:

(a) governança enxuta (*lean governance*) – Três conselhos supervisionam e orientam a execução de cada etapa do Plano Estratégico:

- ⇒ Conselho de Gestão Estratégica (*Strategic Management Council*) – determina a orientação estratégica, nos níveis de Visão e Missão, e assessora os avanços da Agência nesses níveis;
- ⇒ Conselho de Gestão do Programa (*Program Management Council*) – orienta a execução do programa e dos projetos e avalia o grau de consecução dos Objetivos Estratégicos e dos Resultados Esperados da NASA;
- ⇒ Conselho de Gestão de Operações (*Operations Management Council*) – revê e aprova os Planos Institucionais.

Esta estrutura de deliberação é utilizada somente em decisões que demandem um elevado grau de visibilidade, integração e consenso, pois, como veremos a seguir, os gerentes de projeto desfrutam de grande autonomia.

(b) responsabilização e decisão (*responsibility and decision-making*) – Os gerentes têm autonomia para gerir seus orçamentos, cronogramas, recursos humanos e bens de capital e para integrar as funções organizacionais, essenciais ao desenvolvimento dos projetos sob sua responsabilidade. Em casos excepcionais, o Administrador da NASA pode criar grupos *ad hoc* para tratar de temas transversais;

(c) competição sensata (*sensible competition*) - O desenvolvimento dos sistemas espaciais de grande porte, como veículos lançadores e naves tripuladas, conta com a participação de *prime contractors*, empresas de grande porte que se responsabilizam pela execução do projeto. A NASA somente gerencia as interfaces entre esses sistemas. No caso de projetos economicamente viáveis, a Agência busca parcerias com o setor privado, estratégia intensificada na gestão do Administrador Sean O’Keefe, de dezembro de 2001 a fevereiro de 2005.

No entanto, como os sistemas espaciais não costumam ser produzidos em larga escala, mas, freqüentemente, apenas um de cada tipo, a NASA precisa reter na instituição o conhecimento técnico especializado necessário ao seu desenvolvimento. Avalia-se também que projetos de alto risco, como as missões tripuladas, não devam ser deixados integralmente sob a responsabilidade do mercado. Dessa forma, embora a competição, com a indústria, academia, outras agências federais ou parceiros internacionais, seja considerada essencial ao desenvolvimento de soluções inovadoras, efetivas e eficazes, a política de compras e contratações da Agência leva em conta a necessidade de preservar tanto as capacidades institucionais quanto a segurança dos projetos de alto risco. Para atender a estes requisitos, a NASA adota normas específicas de compras e contratações, além daquelas aplicáveis ao conjunto da administração pública norte-americana (*Federal Acquisition Regulations System – FAR*).

(d) equilíbrio de poder (*balance of Power*) – A Direção da NASA é responsável pela definição e manutenção da orientação estratégica. Os Centros Técnicos são responsáveis pelo sucesso das missões programadas. O equilíbrio de poder entre a Direção e os Centros Técnicos depende da delimitação de suas competências e da inexistência de uma relação direta de subordinação. Para tanto, os Centros reportam-se diretamente ao Administrador da NASA;

(e) pesos e contrapesos (*checks and balances*) - Para assegurar o sucesso de seus projetos, a NASA busca conferir níveis adequados de influência e poder a diferentes níveis da organização. Por exemplo, enquanto os gerentes concentram-se na execução de seus projetos, o Engenheiro - Chefe da NASA exerce uma autoridade independente, definindo os requisitos técnicos a serem adotados nos projetos, logo abaixo dos requisitos de nível mais alto,

definidos pelas Diretorias. Se houver necessidade de alteração de requisitos previamente definidos, o Engenheiro-Chefe tem autoridade para aprovar essas mudanças.

(f) gestão financeira integrada (*integrated financial management*) – A NASA está tentando aperfeiçoar os seus sistemas de gestão financeira e de contabilidade para integrar as decisões financeiras aos objetivos programáticos e institucionais e facilitar a responsabilização (*accountability*). Uma auditoria financeira interna detectou recentemente uma série de fragilidades no atual sistema de contabilidade, implantado em 2003;

(g) gestão estratégica de capital humano (*strategic management of human capital*) – Para atingir seus objetivos estratégicos, a NASA planeja combinar, na medida exata, as habilidades de seus empregados, dos empregados das empresas contratadas e de outros segmentos envolvidos na implementação do programa espacial civil. Para tanto, ela pretende identificar as competências essenciais necessárias à materialização da visão estratégica, e adotar uma política de recrutamento, de desenvolvimento e de retenção de pessoal, compatível com o desenvolvimento dessas competências institucionais. Normas mais flexíveis de contratação, remuneração e realocação de pessoal passaram a ser adotadas a partir da promulgação do “*NASA Flexibility Act of 2004*”.

Considera-se igualmente necessário tornar o quadro de pessoal civil da NASA mais flexível e mais responsivo às mudanças internas e externas. Há, por exemplo, a intenção explícita de vincular as expectativas de desempenho individuais aos resultados institucionais. A concretização da nova visão estratégica demandará a formação de novas lideranças que possam substituir as atuais, quando elas se aposentarem. A Agência está empenhada em formar essas lideranças; e

(h) gestão integrada de bens de capital (*strategic management of capital assets*) – A NASA ocupa a nona posição, dentre as agências federais norte-americanas, no que se refere à

propriedade de bens de capital: mais de 40.000 hectares de propriedades imobiliárias, cerca de 5.400 edifícios, estradas e outras instalações, cujo valor total supera US\$ 23 bilhões, segundo estimativas de 2006. Para gerir esse patrimônio, a Agência pretende criar uma conta corporativa de capital para as instalações únicas ou altamente especializadas, que poderão ser utilizadas a preços competitivos.

### Centre National d'Etudes Spatiales – CNES

O CNES é a agência espacial civil francesa. Conforme consta em documentos oficiais, sua missão é “propor a política espacial francesa ao governo francês e então implementá-la, ambos dentro do referencial europeu e com cooperação internacional. O CNES detém as capacidades para participar do desenvolvimento da cultura científica e trabalhar para a promoção da ciência entre os jovens explorando a atratividade do espaço.” (INPE, CPA 051-2006: 12).

O desenvolvimento dos foguetes ARIANE, em parceria com a ESA, e a operação do espaçoporto de Kourou, na Guiana, são os principais projetos do CNES. Além desses projetos, o CNES também desenvolve: (a) aplicações operacionais e comerciais para as tecnologias espaciais; (b) programas científicos, em parceria com instituições de pesquisa; (c) atividades relacionadas à pesquisa, em ambiente de microgravidade; (d) pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias; e (e) atividades de defesa. Os projetos de interesse militar desempenham um papel-chave nas atividades da Agência, que também desenvolve projetos de interesse civil.

O CNES é constituído pelos seguintes Centros:

- Centro de *Siège* (Paris): responsável pela gestão do CNES, pela formulação da política espacial francesa e pelos relacionamentos com parceiros estrangeiros;

- Centro Espacial da Guiana (*Kourou*): espaçoporto europeu, localizado em Kourou, na Guiana, responsável por oferecer todos os meios necessários à realização de lançamentos dos foguetes ARIANE;
- Direção de Lançadores (*Evry*): desenvolve veículos lançadores europeus, em parceria com a ESA; e
- Centro Espacial de Toulouse (*Toulouse*) - principal centro técnico do CNES, desenvolve sistemas espaciais, em parceria com a indústria, projetos científicos e instrumentos embarcados. Conduz programas de pesquisa e aplicação de tecnologias espaciais para usuários, nacionais e europeus. Também é responsável pelas operações de controle e rastreamento de satélites.

A maior parte dos recursos do CNES é proveniente dos cofres públicos franceses. Em 2006, foram alocados € 1,760 milhões, sendo € 1,33 milhões referentes à subvenção estatal, e os outros € 385 milhões referentes a contratos externos. Desse total, € 685 milhões foram repassados à ESA. A França é o país que mais contribui para o financiamento das atividades da agência européia.

No ano de 2003, o programa espacial francês foi afetado por uma crise sem precedentes. A falha do primeiro protótipo do foguete ARIANE 5- ECA<sup>44</sup>, em dezembro de 2002, na qual foram destruídos dois grandes satélites de telecomunicações, e a proliferação de projetos, em níveis incompatíveis com os recursos disponíveis, prejudicaram o desempenho do programa, afetando sobretudo as empresas nacionais líderes do mercado europeu nas áreas de satélites e lançadores (INPE, CPA 051-2006).

Estes dois fatores foram decisivos para a reorientação do programa espacial francês,

---

<sup>44</sup> Versão do foguete ARIANE-5, com capacidade de lançar, em órbita de transferência geoestacionária, cargas mais pesadas que o ARIANE 5 genérico.

por meio das seguintes medidas: (a) reestruturação administrativa do CNES; (b) elaboração de um novo documento programático, mais adequado à disponibilidade orçamentária; (c) redefinição do papel do CNES no projeto ARIANE; (d) fortalecimento do projeto ARIANE e apoio à comercialização do veículo lançador Soyuz<sup>45</sup> pela Arianespace<sup>46</sup>; e (e) tentativas de reestruturação da indústria aeroespacial européia, com destaque para a fusão da Alcatel Space e da EADS Astrium, contratada principal do ARIANE-5.

A nova estratégia adotada pelo CNES é transferir a gestão dos projetos de grande porte, como o ARIANE, para a ESA, e focalizar o programa nacional em missões menores, que não dupliquem outros programas nacionais europeus (EUROCONSULT, 2004).

A estrutura da direção da Agência, do tipo funcional, foi simplificada após a reestruturação, na qual foram reduzidos os níveis hierárquicos, de cinco para três:

- (a) o Presidente do Conselho de Diretores, que acumula a função de Administrador Geral da Agência;
- (b) no nível mais alto da estrutura, o Controlador Geral do Estado, responsável pelo controle do uso de recursos públicos, mais um núcleo de diretores do Ministério da Defesa e um Diretor Geral Associado, encarregado da definição estratégica, do planejamento e das relações internacionais;
- (c) os Diretores de linha são: o Diretor do Centro de Toulouse, o Diretor do Centro de Lançadores, o Diretor do Centro de Lançamento de Kourou, na Guiana, e o Diretor de Compras e Vendas; os Diretores Assistentes (*Staff*) são: o Diretor de Recursos Humanos e Assuntos Sociais, o Diretor do Programa de Qualidade, o Diretor de

---

<sup>45</sup> Veículo Lançador desenvolvido pela Rússia.

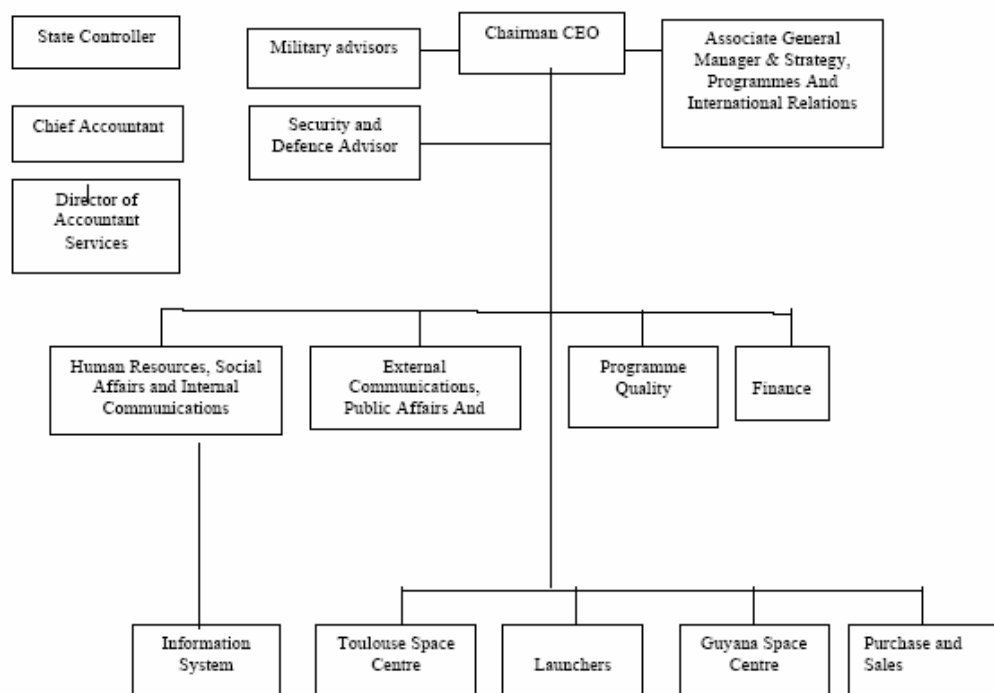
<sup>46</sup> Empresa européia criada, em 1980, para produzir, operar e comercializar os foguetes da série ARIANE.

Comunicações Externas e Educação e o Diretor Financeiro.

A redução de níveis hierárquicos, na estrutura geral e dentro de cada diretoria, e a fusão de estruturas complementares foram realizadas na atual gestão de Mr. D' Escatha.

O Conselho de Diretores, que avalia as estratégias e os principais contratos, é composto por 18 representantes, sendo 8 do governo, 6 representantes eleitos pelos funcionários, e 4 especialistas designados pelo governo. Há também um Comitê Executivo, composto pelo Presidente e pelos Diretores, encarregado da avaliação do pessoal de alto nível, investimentos, decisões financeiras, projetos, estratégias e políticas.

**Figura 7 - Organograma do CNES**



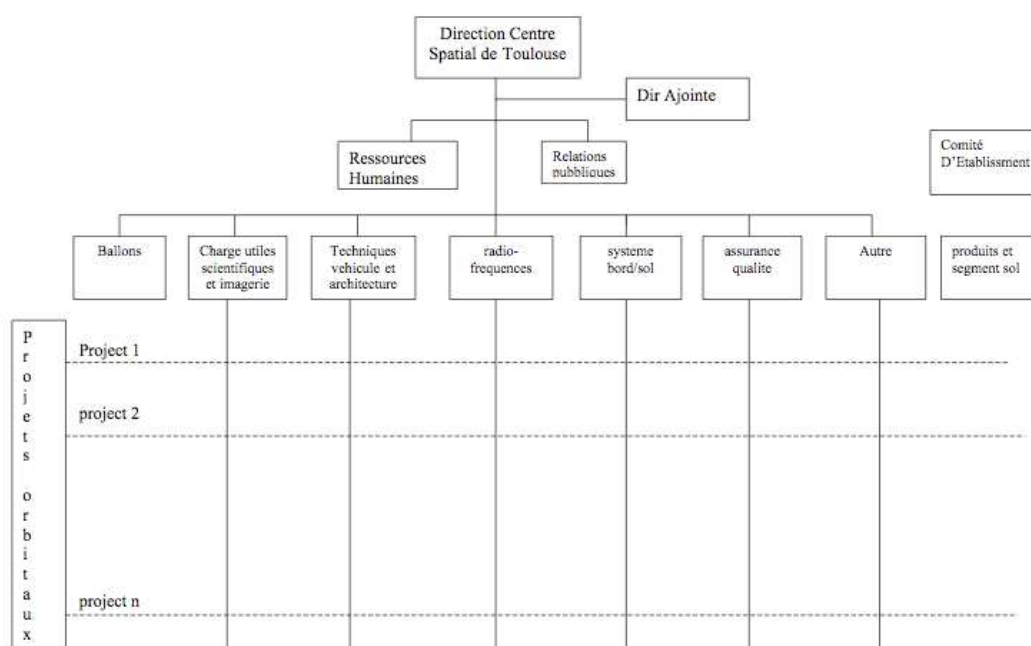
Fonte: INPE, CPA 051-2006: 27.

O Centro de Toulouse exhibe algumas particularidades dignas de nota. Estudos

realizados, em 2006, por pesquisadores da Universidade da República de São Marino, sob contrato do INPE, mostram que foram introduzidas, em 2002, mudanças substantivas na gestão do Centro, dentre elas, uma estrutura matricial<sup>47</sup> e práticas gerenciais modernas, nos mesmos moldes adotados pelo setor privado.

O Centro está dividido em subdiretorias, nas quais são alocados todos os especialistas em determinado tema que podem trabalhar em mais de um projeto. Projetos são estruturas virtuais, sem reconhecimento formal nem instalações físicas específicas<sup>48</sup>. Hierarquicamente, os especialistas se reportam ao Subdiretor, responsável pela provisão dos recursos humanos e técnicos, e operacionalmente, ao Gerente de Projeto (*Project Leader*), responsável pelos resultados técnicos.

**Figura 8- Organograma do Centro de Toulouse, conforme verificação empírica**



Fonte: INPE, CPA 051-2006: 29.

Após a reestruturação da Agência, foi criada uma Diretoria de Sistema de Informações

<sup>47</sup> Formalmente, a estrutura é do tipo funcional.

<sup>48</sup> Somente em casos excepcionais e durante as fases A e B dos projetos.

para apoiar a gestão dos projetos e programas executados pelos Centros. As inovações mais importantes foram a introdução de um Sistema de Automação de Processos (SAP) e a padronização das ferramentas de *software* para todos os Centros do CNES. Há duas redes informatizadas, uma para as aplicações burocráticas (e-mail, Internet e produção de relatórios) e outra para as aplicações científicas e técnicas (INPE, CPA 051-2006).

O Relatório de Gestão do CNES, referente ao ano de 2006, revela que seu quadro de pessoal era composto, naquele ano, por 2.423 empregados, assim distribuídos: Paris, 207; Evry, 242; Kourou, 273; e Toulouse, 1.701. Após a celebração, em 2005, de um contrato de gestão<sup>49</sup> entre o CNES e o Estado francês, a Agência passou a ter autonomia para gerir seu quadro de pessoal, inclusive no que se refere a contratações e salários. O contrato de gestão, válido até 2010, estabelece que o CNES deve controlar o crescimento das despesas com pessoal dentro dos limites de crescimento de sua produção. Em 2006, foram contratadas, por tempo determinado, 88 pessoas, incluindo europeus não franceses.

O Plano de Desenvolvimento de Recursos Humanos, resultado de dez meses de negociações com os sindicatos dos administradores e dos empregados, baseia-se em quatro categorias profissionais, com a mesma importância e os mesmos níveis de remuneração: gestão; especialista técnico; gestão de projetos; e administração. As promoções podem ser verticais, dentro de cada categoria, ou transversais, dentro de uma categoria diferente, por meio de critérios específicos. Para ser promovido, o candidato deve mostrar, dentre outras características, habilidade para educar e motivar pessoas. Educação, treinamento e motivação de pessoal devem ocupar, pelo menos, 50% do tempo dos gerentes.

---

<sup>49</sup> Similar aos contratos de gestão celebrados entre algumas Agências Reguladoras brasileiras e os respectivos Ministérios Setoriais. O objetivo inicial desses contratos era conferir maior autonomia administrativa às Agências brasileiras, substituindo a tradicional avaliação de meios pela avaliação de resultados, tal como acontece na França.

As avaliações individuais são conduzidas pelos titulares das Subdiretorias, que recebem dos gerentes de projeto, relatórios sobre o desempenho de cada pessoa. As avaliações são anuais e baseiam-se em informações sobre os seguintes aspectos: (a) objetivos do ano anterior; (b) objetivos do ano vindouro; (c) avaliação da performance em relação aos objetivos; e (d) qualidades pessoais (atitude, facilidade de relacionamento, etc.). Cada Diretoria tem uma comissão encarregada de avaliar os resultados finais desse processo e de decidir sobre os mecanismos de recompensa e promoção.

O CNES tem um plano anual de capacitação de pessoal que abrange aspectos técnicos, científicos e gerenciais. Os cursos são ministrados na Agência pelos seus próprios especialistas que compartilham conhecimentos e experiências. A seleção de pessoal para ocupar os cargos vagos é feita com base em entrevistas, primeiro com o Diretor de Recursos Humanos, depois com engenheiros e chefes de departamento, mas a decisão final cabe aos diretores de cada área.

Há também uma política específica para compensação de patentes. A compensação é feita em dinheiro quando uma das seguintes condições é atendida: (a) a patente é apresentada; (b) a patente é aceita; e (c) a patente traz vantagens para o CNES. (INPE, CPA 051-2006: 19-22)

Informações disponíveis no sítio da Agência na Internet revelam que o CNES não está submetido ao Código de Compras e Contratações Públicas (*Code de Marchés Publiques*). As normas que lhe são aplicáveis são diferenciadas: (a) norma n° 2005-649, de 6 de junho de 2005, relativa às contratações realizadas pelas pessoas públicas ou privadas não submetidas ao Código de Compras Públicas, modificado pela lei n° 2006-450 de 18 de abril de 2006; e (b) decreto n° 2005-1742, de 30 de dezembro de 2005, que fixa as regras aplicáveis às compras e contratações realizadas por meio dos poderes adjudicatórios mencionados no art. 3

da norma n° 2005-649, de 6 de junho de 2005.

As contratações de estudos acima de certo valor são controladas pela Comissão Central de Compras e Contratações do CNES (*Commission Centrale des Marchés du CNES – CCM*). Portaria interministerial, modificada em 28 de junho de 2000, fixa a composição e as regras de funcionamento dessa instância. O Conselho de Administração também controla as compras do CNES (Decreto n 84-510 de 28 de junho de 1984 e suas alterações).

O CNES está definindo políticas de compras específicas para cada setor. O objetivo é melhorar a relação custo-benefício, simplificar e acelerar os processos de compras, liberando mão de obra para outras atividades.

Um dos objetivos do programa espacial francês é promover a inovação nos sistemas industriais. Uma das estratégias adotadas pelo CNES para atingir esse objetivo é criar e promover novas iniciativas comercialmente viáveis, mas, depois da etapa inicial e de uma fase de tutoria, a empresa é transferida e deve se tornar autônoma. O CNES também ajuda a criar e a estimular um mercado para essas iniciativas. Foi o que ocorreu no caso da Organização Européia para Exploração de Satélites Meteorológicos (*European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites - EUMETSAT*), que o CNES ajudou a fundar, em 1986, e a promover seus serviços junto a órgãos públicos de diversos países europeus.

## 7 CONCLUSÕES

A política espacial brasileira é ambiciosa e abrangente, de forma compatível com as necessidades específicas do país nesse setor e com os esforços realizados por países de mesma extensão territorial e patamar de desenvolvimento econômico similar ao brasileiro, tais como Índia e China, que estão despertando para o valor estratégico das tecnologias espaciais.

Apesar disso, não há uma visão estratégica clara, consensual, válida para todo o setor. O leque de diretrizes da política espacial brasileira, denominada PNDAE, é tão amplo que chega a ser, por vezes, conflitante. A programação das atividades espaciais brasileiras prefere desconhecer as limitações existentes, principalmente as de ordem orçamentária. Problemas análogos afetaram, em maior ou menor grau, as agências espaciais estrangeiras analisadas nesse estudo, NASA e CNES, as quais adotaram estratégias específicas para sua superação.

Ela está em sintonia com as tendências atuais de crescimento do mercado de bens e serviços espaciais e com a formação de grandes consórcios internacionais entre países interessados no desenvolvimento de projetos de grande porte. Mas não dispõe de mecanismos legais adequados para integrar plenamente o setor privado e tampouco as universidades, o que a situa na contramão dessas mesmas tendências.

A fragilidade institucional do órgão de coordenação do SINDAE, a AEB, compromete tanto a coerência interna quanto a efetividade da política, fazendo prevalecer uma bi-institucionalidade que gera descompassos, cada vez mais acentuados, entre os projetos.

Junte-se a todos estes fatores, a gestão centralizada dos recursos, orçamentários e humanos, no âmbito da Administração Pública Federal, Autárquica e Fundacional, a

insuficiência dos mecanismos de recompensa e a rigidez excessiva das normas que regem a gestão de pessoal, compras e contratações nessa esfera, e vemos, então, um ambiente desfavorável à geração de conhecimento e inovação na área espacial.

Da análise organizacional do SINDAE, podemos concluir que a inadequação de estruturas, ainda que prejudique o desempenho organizacional, não induz necessariamente a promoção de alterações. Ao contrário, a situação de inadequação pode persistir por tempo considerável devido a especificidades da estrutura da APF.

A formulação da TCE pressupõe o imperativo de ajustamento da organização tendo em vista a melhoria de seu desempenho e até mesmo de sua sobrevivência. No entanto, na administração pública, a sobrevivência das instituições depende não somente de seu desempenho, mas também da relevância que elas tenham como objeto de disputa no processo político. Por outro lado, a verticalização e a hierarquização de estruturas, características do modelo mecanicista, estão firmemente enraizadas na cultura da administração pública, sendo inclusive estabelecidas por força de disposições legais. Ademais, as exigências dos órgãos de controle e de prestação de contas, que acompanham *pari passu* a execução dos projetos, limitam fortemente a capacidade de improvisação dos administradores públicos.

Em virtude da rigidez da estrutura formal da administração pública, é usual a adoção de mecanismos ou processos laterais destinados a contornar as restrições impostas pelo modelo mecanicista. Esses processos têm sido utilizados nos âmbitos inter e intraorganizacional do SINDAE, como forma de compensar as insuficiências da estrutura formal.

Neste sentido, a situação do INPE é exemplar. Conforme mencionado anteriormente, não era incomum, no Instituto, a constituição de equipes por produto ou forças-tarefa que se superpunham à estrutura divisional do Instituto. Aproveitando a experiência acumulada, o

INPE pretende reforçar esse mecanismo, por meio da adoção de uma estrutura matricial formal. Mudanças desse tipo favorecem o equilíbrio de poder entre as diversas unidades de sua estrutura, mas podem, paralelamente, reforçar os conflitos internos existentes. Galbraith (2002) adverte que esse mecanismo pode facilmente produzir mais desacordos e confusão que flexibilidade.

As advertências de Galbraith parecem ter sido devidamente consideradas por um dos Centros do CNES, o Centro de Toulouse, o qual mantém uma estrutura funcional formal, apesar de adotar, na realidade, uma estrutura matricial, com equipes e redes que se superpõem às estruturas divisionais, apoiadas por um sistema de informações abrangente. Infelizmente, não foi possível verificar, no âmbito desse estudo, de que forma a adoção desse mecanismo tem afetado o desempenho do Centro de Toulouse. Tampouco foi possível analisar se a estrutura matricial formal, adotada pela NASA, tem provocado o surgimento de conflitos e de que forma ela estaria afetando o desempenho do programa.

Em contraposição, no IAE/CTA prevalece a verticalização e a hierarquização de estruturas, associadas ao modelo mecanicista, característico das organizações militares. Sendo assim, e dada a complexidade da tarefa a seu cargo e as incertezas do ambiente no qual ela se desenvolve - um contexto internacional caracterizado por fortes restrições ao acesso às tecnologias envolvidas na produção de veículos lançadores e um contexto nacional caracterizado pela competição por recursos escassos - não causa surpresa surgirem falhas de comunicação e problemas gerenciais tais como os apontados no Relatório divulgado pelo Ministério da Defesa (2004).

Apesar destes problemas, propostas de flexibilização da estrutura organizacional do IAE/CTA devem ser analisadas com cautela: a adoção de modelos mais flexíveis e descentralizados de governança, propugnada pela TCE, não é, em absoluto, consensual entre

os teóricos da modelagem organizacional, no caso daquelas unidades organizacionais que desenvolvem sistemas de alto risco, como os foguetes espaciais.

Autores como Dulac, Leveson e Marais (2004) se opõem à gestão descentralizada, sob o argumento de que ela poderia conduzir a graves acidentes em sistemas técnica e socialmente complexos. O próprio Perrow (1999), que formulou o conceito de sistema de alto risco, mostra-se cauteloso ao sustentar que, embora a descentralização seja necessária, devido à complexidade desses sistemas, por outro lado, devido ao acoplamento forte que requer obediência sem questionamentos e resposta imediata, a opção mais recomendada é a centralização. Recentemente, Perrow (2007) passou a recomendar a descentralização econômica e política e a desconcentração física dessas atividades, desde que o marco regulatório seja aperfeiçoado para contemplar os aspectos de segurança e que a elaboração das normas e a fiscalização de seu cumprimento continuem sob a responsabilidade dos governos centrais. Os mais favoráveis à descentralização e à flexibilização de estruturas são os teóricos da HRT, mantida simultaneamente a cadeia de comando. A abordagem HRT inspirou as mudanças organizacionais adotadas pela NASA após a explosão do ônibus espacial Columbia.

Vimos como os esforços de coordenação das atividades espaciais brasileiras têm sido prejudicados pela fragilidade institucional da AEB, tão evidente a ponto de suscitar a formulação de propostas, que, ora apontam para a adoção da estrutura unificada, por meio da fusão da AEB com os órgãos executores, ora apontam para uma estrutura matricial informal, utilizando-se os mecanismos de gestão do PPA. Conforme consta no Relatório elaborado por Carleial *et alli* (2004: 2) “ Não tendo havido consenso sobre o modelo a ser adotado, estudos deverão ser realizados para uma melhor tomada de decisão.”

A estrutura unificada é adotada por ambas, NASA e CNES, que vinculam, em uma mesma estrutura hierárquica, os vários órgãos públicos envolvidos no sistema. A estrutura unificada parece ser uma tendência no setor espacial: o programa espacial japonês, que se apoiava num arranjo complexo, do qual participavam três organizações públicas, também passou a adotar uma estrutura unificada, a partir de outubro de 2003.

As vantagens deste tipo de estrutura são as mesmas de qualquer estrutura hierarquizada: criar uma linha de comando clara, para reforçar a orientação estratégica e reforçar o controle da direção sobre a execução das atividades. No caso brasileiro, dentre os obstáculos à adoção desse modelo, citam-se as diferenças culturais entre os institutos de pesquisa do SINDAE, um civil, outro militar, a autonomia e o prestígio conquistados isoladamente por essas organizações, e a ausência de uma visão estratégica clara, consensual, e válida para todo o setor.

Uma possível opção à estrutura unificada corresponde à ampliação dos mecanismos laterais: promover a constituição de equipes ou grupos, formais e informais, que se superponham à estrutura do SINDAE, atravessando suas fronteiras organizacionais. Essa alternativa tem sido explorada, por meio da estrutura de gestão do PPA, como forma de viabilizar a coordenação das atividades do SINDAE. Mas ela não é explorada em todo o seu potencial: embora a gerência do PNAE esteja a cargo da presidência da AEB, a participação da Agência nos grupos encarregados da gestão dos projetos, sob a liderança dos coordenadores de ação, é muito tímida, devido à escassez de recursos humanos em seus quadros. Com efeito, devido à elevada especificidade técnica dos projetos, há uma tendência de confinamento dos referidos grupos dentro das fronteiras dos institutos de pesquisa responsáveis por sua execução.

Há que se considerar também que, ao contrário do que propõe Galbraith (2002) para fortalecer o papel dos integradores, os coordenadores de ação não têm, no modelo do PPA, quase nenhum controle sobre os recursos organizacionais (orçamentários, físicos, pessoal, jurisdição). O PPA tampouco prevê mecanismos de recompensa compatíveis com o perfil exigido desses integradores. Dessa forma, as insuficiências do modelo de gestão do PPA, se confrontado com a modelagem proposta por Galbraith, reduzem a atratividade dessa proposta como alternativa à estrutura unificada.

Qualquer que seja o modelo adotado é imperioso reduzir a extrema vulnerabilidade da Agência às disputas e mudanças conjunturais no cenário político, dotando-a das competências técnicas necessárias ao cumprimento de sua tarefa. Os modelos de gestão de pessoal adotados pelas agências, NASA e CNES, podem servir de inspiração para o caso brasileiro.

Desde 2005, a AEB passou a adotar um novo mecanismo de coordenação sistêmica: o controle sobre os recursos orçamentários destinados ao conjunto das ações do PNAE. Se as evidências disponíveis não corroboram a hipótese aventada inicialmente, de que esse controle seria prejudicial ao desempenho do programa, tampouco há evidências inequívocas de que esteja contribuindo para a sua melhoria. Uma possível explicação para a baixa efetividade do controle orçamentário deve-se à frouxa conexão desse mecanismo com outros mecanismos de coordenação sistêmica tais como planejamento estratégico, sistema de informações e mecanismos de recompensa.

Se o repasse de recursos orçamentários, da AEB para os órgãos executores do programa espacial, não estiver vinculado ao cumprimento de metas de desempenho suficientemente claras e realistas, ela se tornará pouco efetiva frente aos custos envolvidos. Há que se considerar ainda que a verificação de desempenho, como pré-condição para o

repassa de recursos, pode resultar em disfunções devido à sobrecarga de demandas que alimenta, pressionando os níveis hierárquicos envolvidos diretamente na execução da tarefa.

Parece-nos também que uma eventual opção pelo reforço dos mecanismos de avaliação de resultados da AEB, associados ou não, ao controle dos recursos orçamentários do PNAE, depende da existência de sistemas de informações com abrangência e capilaridade compatíveis com os requisitos da tarefa e de pessoal técnico capacitado para tanto, notórias deficiências da Agência. Depende igualmente da existência de mecanismos de recompensa compatíveis com a complexidade da tarefa e com as incertezas enfrentadas pelos gerentes. Essas ferramentas são utilizadas, tanto pela NASA quanto pelo CNES, e independem da opção por uma estrutura unificada, embora não a excluam em absoluto.

Uma das propostas mais frequentes para o fortalecimento institucional da AEB é a mudança da posição relativa da Agência na estrutura do Executivo federal, por meio de sua vinculação à Presidência da República.

À luz do arcabouço conceitual da TCE, o crescimento disfuncional de níveis hierárquicos, decorrentes de uma eventual vinculação da AEB à Presidência da República, associada à permanência dos demais órgãos executores nas suas atuais posições dentro da estrutura da APF, resultaria em distanciamento entre *policy makers* e executores, de forma incompatível com as características da tarefa e do ambiente em que se encontra inserida. Ademais, ela vai contra a tendência de redução de níveis hierárquicos em organizações que lidam com tarefas complexas em ambientes de grande incerteza, evidente, por exemplo, no caso do CNES, que reduziu de 5 para 3 a quantidade de níveis na sua estrutura de direção, o Centro de Siège, em Paris.

Ressalte-se, no entanto, que na opinião de atores relevantes, situados dentro e fora da AEB, a posição relativa da Agência na estrutura da APF - vinculada ao MCT, e não mais à

Presidência da República, como no momento de sua criação - resulta em fragmentação do processo decisório e em “perda de autoridade” sobre os órgãos executores. Esses atores sustentam que o reforço da linha de comando, com a AEB na posição hierárquica mais alta, aumentaria a coerência entre as atividades do programa espacial brasileiro, objetivo que também poderia ser atingido, de forma mais compatível com os requisitos específicos da tarefa, por meio de uma estrutura unificada com poucos níveis hierárquicos.

Analisando o esquema de governança das três organizações, NASA, CNES e SINDAE, vemos que, no caso dessa última, há lacunas no processo decisório que acabam sendo preenchidas de forma errática, permitindo que decisões importantes sejam adotadas, sem ampla participação de todos os interessados.

Em contraposição, NASA e CNES têm vários conselhos e comitês, os quais contam com ampla participação destes atores, para conduzir o processo decisório, desde a formulação da orientação estratégica até a definição dos parâmetros operacionais dos projetos. Essa estrutura abrangente não reduz necessariamente a autonomia dos gerentes: embora, no Centro de Toulouse, que integra a estrutura do CNES, a autoridade dos gerentes de projeto seja limitada aos aspectos técnicos, no caso da NASA, eles gozam, ao menos formalmente, de ampla autonomia para gerir os recursos necessários à execução dos projetos.

No SINDAE, há uma sobrecarga evidente da instância máxima de deliberação, o Conselho Superior da AEB, que pode ter como consequência uma redução da capacidade de definir a orientação estratégica a ser adotada pelo Sistema. Tentativas, deliberadas ou não, de reduzir essa sobrecarga resultam em delegação de autoridade final, sobre aspectos cruciais da gestão do PNAE, a instâncias decisórias informais, nas quais há pouca participação de representantes da indústria e das universidades. Nesse sentido, são dignas de menção algumas iniciativas adotadas pela AEB para equiparar as oportunidades de acesso desses atores e

viabilizar a formação de consensos prévios ao julgamento final pelo Conselho, ao criar comitês de gestão específicos de alguns programas, como UNIESPAÇO e Microgravidade, e grupos interinstitucionais para discutir temas polêmicos como uma política industrial específica para o setor espacial.

Como as organizações públicas analisadas nesse estudo adotam o modelo de gestão do PPA, há correspondência entre as tarefas e as prerrogativas atribuídas aos gerentes de projeto do SINDAE e aquelas atribuídas aos coordenadores de ação (integradores) do PPA. Dessa forma, a modelagem desses mecanismos laterais não confere quase nenhuma autonomia administrativa aos seus integradores os quais, apesar de sua grande influência na definição dos parâmetros técnicos globais do projeto, continuam a depender de recursos em poder da estrutura hierárquica verticalizada do Poder Executivo federal, que ultrapassa as fronteiras de suas organizações, e, até mesmo, as fronteiras do SINDAE.

Conforme mencionado, a gestão centralizada de recursos, humanos e financeiros, na Administração Pública Direta, Autárquica e Fundacional é responsável pela limitadíssima autonomia administrativa das organizações do SINDAE e de seus gerentes de projeto. Ademais, a pequena participação da indústria na execução do programa espacial brasileiro, inferior a 40% do total dos recursos despendidos, reduz a possibilidade de utilização de mecanismos mais flexíveis de seleção, remuneração e recompensa, característicos das organizações privadas, para ampliar o recrutamento de recursos humanos qualificados para o setor espacial.

Uma análise, mesmo que superficial, dos casos internacionais abrangidos por este estudo, pode evidenciar ainda mais estas limitações. Tanto a NASA quanto o CNES integram o Poder Executivo federal de seus países. Apesar disso, em ambas as agências, os mecanismos de gestão de pessoal são mais flexíveis que nas organizações do SINDAE, as

quais seguem as normas válidas para toda a Administração Pública Federal, Autárquica e Fundacional.

No CNES, a flexibilização destes mecanismos foi viabilizada por meio de um contrato de gestão celebrado, em 2005, entre a Agência e o Estado francês, que conferiu autonomia ao CNES para contratar e remunerar seu pessoal. Na NASA, há um grande número de terceirizados e bolsistas que convivem com os servidores civis de seu quadro de pessoal. Novas normas de contratação e remuneração, consolidadas no *NASA Flexibility Act of 2004*, permitiram flexibilizar os mecanismos de gestão de pessoal no âmbito da Agência, em consonância com os objetivos estratégicos e as competências essenciais definidas pela instituição. Nos dois casos, NASA e CNES, a expressiva participação da indústria na execução de seus programas contribui para reduzir a rigidez normativa associada às estruturas burocráticas.

As normas de compras e contratações aplicáveis à esfera federal, na qual se inserem as organizações públicas do SINDAE, também parecem inadequadas aos requisitos da tarefa. Essas normas, desenhadas para aquisição de produtos prontos, “de prateleira”, não são adequadas ao desenvolvimento de bens intensivos em tecnologia, produzidos por encomenda, em pequena escala. Além disso, os trâmites necessários ao seu cumprimento tornam o processo demasiado longo, provocando atrasos no desenvolvimento dos projetos. Um exemplo eloqüente dessa inadequação é a reconstrução da Torre Móvel de Integração do VLS, destruída no acidente, a qual se encontra embargada devido a questionamentos judiciais. Por outro lado, normas mais flexíveis, destinadas a favorecer a inovação no âmbito das instituições públicas de pesquisa, ainda não foram totalmente assimiladas pela máquina burocrática federal, em especial, pelos seus órgãos de controle.

Tanto a NASA quanto o CNES utilizam normas de compras e contratações adequadas às suas necessidades específicas. O CNES não está submetido ao Código de Compras e Contratações Públicas, aplicável ao conjunto da administração pública francesa. Apesar de seguir a legislação geral de compras e contratações, a NASA também conta com regras específicas.

A participação da indústria deve ser mais restrita nos projetos de alto risco. A esse respeito, vale mencionar as críticas de Perrow (1999) à participação da indústria no programa espacial da NASA. O autor sustenta que a abundância de financiamentos e de contratos tipo *cost-plus*<sup>50</sup> encorajaram a utilização displicente de recursos públicos pela indústria, em desacordo com padrões mínimos de qualidade e segurança, provocando falhas nos projetos Gemini e Mercury. Para evitar que problemas análogos voltem a ocorrer, a política atual de contratações da NASA leva em conta a necessidade de preservar a segurança dos projetos de alto risco, cuja execução permanece, o mais possível, sob controle direto da Agência.

Sendo assim, podemos concluir que a modelagem do SINDAE deveria considerar igualmente os aspectos de flexibilidade e segurança relacionados ao desenvolvimento de suas atividades. Da análise anterior, podemos concluir também que, nesse caso, há necessidade de soluções diferenciadas dentro da mesma organização, em função de suas subatividades e subsistemas e das relações ambientais que os afetam.

---

<sup>50</sup> Contratos *cost-plus* – Contratos com custos corrigidos. Esse tipo de contrato é utilizado quando não há base histórica para estimativa de custos e o fornecedor corre o risco de sofrer prejuízo, como, por exemplo, nos contratos que envolvem o desenvolvimento de tecnologia sofisticada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação das Indústrias Aeroespaciais Brasileiras (AIAB). *Política Industrial do Segmento Espacial: “uma visão da indústria”*. Apresentação em PPT, Oficina de Trabalho AEB/CGEE, Atibaia, 7 de dezembro de 2006.

BARZELAY, Michael; CAMPBELL, Colin. *Preparing for the Future: Strategic Planning in the U.S. Air Force*. Washington, DC: Brookings Institution Press 2003, 288 pp.

BRASIL. Decreto n.º 1.332, de 8 de dezembro de 1994. Aprova a atualização da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - PNDAE. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, 9 de dezembro de 1994.

\_\_\_\_\_Decreto n.º 1.953, de 10 de julho de 1996. Institui o Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - SINDAE e dá outras providências. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, 11 de julho de 1996.

\_\_\_\_\_Decreto - lei n.º 200, de 25 de fevereiro de 1967 e suas alterações. Dispõe sobre a organização da Administração Federal, estabelece diretrizes para a reforma Administrativa, e dá outras providências. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Seção I – Parte I – Suplemento n.º 39, Brasília, 27 de fevereiro de 1967.

\_\_\_\_\_Decreto n.º 5.436 de 28 de abril de 2005. Promulga o Tratado entre a República Federativa do Brasil e a Ucrânia sobre a Cooperação de Longo Prazo na Utilização do Veículo de Lançamentos CYCLONE-4 no Centro de Lançamento de Alcântara, assinado em Brasília, em 21 de outubro de 2003;

\_\_\_\_\_Lei n.º 6.880, de 9 de dezembro de 1980. Dispõe sobre o Estatuto dos Militares. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/leis/L6880.htm>. Acesso em 30 out. 2007

\_\_\_\_\_Lei n.º 8.691, de 28 de julho de 1993 e suas alterações. Dispõe sobre o Plano de Carreiras para a área de Ciência e Tecnologia da Administração Pública Direta, das Autarquias e das Fundações Federais e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L8691.htm>. Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_Lei n.º 10.180, de 6 de fevereiro de 2001. Organiza e disciplina os Sistemas de Planejamento e Orçamento Federal, de Administração Financeira Federal, de Contabilidade Federal e de Controle Interno do Poder Executivo Federal, e dá outras providências.

Disponível em [http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/LEIS\\_2001/L10180.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/LEIS_2001/L10180.htm). Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_ Lei nº. 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm) Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_ Publicação Consolidada da Lei nº. 8.112, de 11 de dezembro de 1990, que dispõe sobre o regime jurídico único dos servidores públicos civis da União, das autarquias e das fundações públicas federais. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/L8112cons.htm/> Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_ Agência Espacial Brasileira (AEB). *Programa Nacional de Atividades Espaciais – PNAE*. Brasília: 2005. Disponível na Internet em [http://www.aeb.gov.br/area/download/pnae\\_web.pdf](http://www.aeb.gov.br/area/download/pnae_web.pdf) Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_ *Relatório de Gestão 2003-2006*. Brasília: 2007. Disponível em <http://www.aeb.gov.br/area/PDF/GESTOR2006.pdf>. Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_ *Relatório de Avaliação do PNAE 2006*. Brasília: 2007 a, digitado.

\_\_\_\_\_ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). *Estrutura e dinâmica da Indústria Aeroespacial: subsídios para a identificação de trajetórias possíveis para o desenvolvimento brasileiro*. *Position Paper* elaborado por João Furtado sob contrato junto ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). (INPE: CPA-046-2006). Disponível em <http://planejamento.sir.inpe.br/documentos/referencias.php/> Acesso em 30 out.2007.

\_\_\_\_\_ *The Strategic Profile of CNES*. *Position Paper* elaborado pela Republic of San Marino University, sob contrato junto ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). (INPE: CPA 051- 2006). Disponível em <http://planejamento.sir.inpe.br/documentos/referencias.php/> Acesso em 30 out.. 2007.

\_\_\_\_\_ *Versão Final do Estudo do GT6 – Diagnóstico da Estrutura Organizacional do INPE*. São José dos Campos, SP: 2006. (INPE - CPA 054-2006). Disponível em <http://planejamento.sir.inpe.br/documentos/referencias.php/> Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_ *Versão Final do Estudo do GT-6 – Diagnóstico*. São José dos Campos, SP: 2006. (INPE - CPA 036-2006). Disponível em <http://planejamento.sir.inpe.br/documentos/referencias.php/> . Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_ *Versão Final do Estudo Análise de Processos e Políticas de Recursos Humanos*. São José dos Campos, SP: 2006. (INPE - CPA 053-2006). Disponível em <http://planejamento.sir.inpe.br/documentos/referencias.php/> Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_ Ministério da Defesa. *Relatório da Investigação do Acidente ocorrido com o VLS-1 V03, em 22 de agosto de 2003, em Alcântara, Maranhão*. Brasília, 2004. Disponível em [http://www.defesanet.com.br/docs/VLS-1\\_V03\\_RelatorioFinal.pdf/](http://www.defesanet.com.br/docs/VLS-1_V03_RelatorioFinal.pdf/) Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_ *Medidas adotadas pelo Comando da Aeronáutica após o acidente com o VLS*. Disponível em <http://www.defesanet.com.br/docs/fabvls.pdf>. Brasília, 2004 a. Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_ Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. *Relatórios de Avaliação do Plano Plurianual, 2000 – 2004*. Disponível na Internet em [http://www.planejamento.gov.br/planejamento\\_investimento/conteudo/relatorio\\_ppa/index\\_relatorio\\_ppa.htm/](http://www.planejamento.gov.br/planejamento_investimento/conteudo/relatorio_ppa/index_relatorio_ppa.htm/) Acesso em 30 out. 2007.

CARLEIAL, Aydano *et alli*. *Resultados da Reunião de Trabalho sobre o tema “Revisão do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - SINDAE”*. Brasília: 2004, digitado.

CAVALCANTI, Bianor S. *Fundamentos da Modelagem Organizacional*. Adaptado de Galbraith, Jay, *Organization Design Reading*. Mass Addison-Wesley, 1977, digitado.

\_\_\_\_\_ *O Gerente Equalizador: estratégias de gestão no setor público*, Rio: FGV Editora, 2005.

CNES. *Référentiel Réglementaire des Achats*. Disponível em <http://www.cnes.fr/web/674-referentiel-reglementaire-des-achats.php/> Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_ *Rapport Annuel 2006*. Disponível na Internet em <http://www.cnes.fr/web/4354-rapport-annuel.php/> Acesso em 30 out. 2007.

COSTA FILHO, Edmilson. *Política Espacial Brasileira: a política científica e tecnológica no setor aeroespacial brasileiro*. Rio de Janeiro: Revan, 2002. 192 p.

DONALDSON, Lex. Teoria da contingência estrutural. In: CLEGG, Stewart, HARDY, Cynthia, NORD, Walter. *Handbook de estudos organizacionais*. Volume 1. São Paulo: Atlas, 1999.

DULAC, Nicolas; LEVESON, Nancy; MARAIS, Karen. *Beyond Normal Accidents and High Reliability Organizations: The Need for an Alternative Approach to Safety in Complex*

Systems. Massachusetts Institute of Technology - MIT, março de 2004. Disponível em <http://esd.mit.edu/staging/symposium/pdfs/papers/marais-b.pdf/> Acesso em 30 out. 2007.

EISENHARDT, Kathleen M. *Building Theories from Case Study Research*, Academy of Management Review, V14, N4 (1989), pp. 532-550.

EUROCONSULT. *World Market Survey of Satellites to be Built & Launched by 2016*, 2007 Edition (folheto). Disponível em [http://www.marketing-euroconsult-ec.com/boutique\\_us/images\\_produits/fWS1\\_4.pdf/](http://www.marketing-euroconsult-ec.com/boutique_us/images_produits/fWS1_4.pdf/). Acesso em 30 out.2007.

FOLHA DE SÃO PAULO, 15/03/2004: *Descontrole gerencial provocou acidente com VLS, diz relatório.*

\_\_\_\_\_, 14/11/2006: *Arrocho fiscal retira R\$ 3,9 bi da área de ciência e tecnologia.*

\_\_\_\_\_, 15/04/2007: *Governo comprimiu gasto com militares e expandiu o de civis.*

FURTADO, André Tosi e COSTA FILHO, Edmilson de Jesus. *Avaliação dos Impactos Econômicos do Programa do Satélite Sino-Brasileiro (CBERS)*. Revista Parcerias Estratégicas nº. 15, Outubro de 2002.

GALBRAITH, Jay R. *Organization Design*. EUA: Addison Wesley, 1977.

\_\_\_\_\_. *Designing Organizations: an executive guide to strategy, structure, and process*. San Francisco, CA: The Jossey – Bass business & management series, 2002.

GALLAGHER, Nancy. *Towards a Reconsideration of the Rules for Space Security*. In LOGSDON, John M. e SCHAFFER, Audrey M. (orgs) *Perspectives on Space Security*. Washington, DC: The George Washington University, 2005.

HALL, Joseph Lorenz. *Columbia and Challenger: organizational failure at NASA*. Space Policy, volume 19. Elsevier Ltd, 2003. 239 – 247.

La PORTE, Todd R. and CONSOLINI, Paula, *Working in practice but not in theory: theoretical challenges of high reliability organizations*. Journal of Public Administration Research and Theory, 1991, vol. 1, pp. 19-47.

LAWRENCE, P.; LORSCH, J. *Organizations and Environment*. Cambridge: Harvard University Press, 1967.

LEVESON, Nancy G. *A New Accident Model for Engineering Safer Systems*. Safety Science, 42(4), April 2004, pp. 237-270. Disponível em <http://sunnyday.mit.edu/accidents/safetyscience-single.pdf/> Acesso em 30 out. 2007.

LEWIS, James A. China as a Military Space Competitor. In LOGSDON, John M. e SCHAFFER, Audrey M.(orgs) *Perspectives on Space Security*. Washington, DC: The George Washington University, 2005.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). *Columbia Accident Investigation Board Report – CAIB Report*. Disponível em <http://caib.nasa.gov/news/report/volume1/default.html>. Acesso em 30 out. 2007.

---

NASA  
*Flexibility Act of 2004*. Disponível na Internet em <http://nasapeople.nasa.gov/hclwp/S610passed.pdf>. Acesso em 30 out. 2007.

---

*Strategic Management and Governance Handbook* (NPD 1000.0). Disponível em <http://nodis3.gsfc.nasa.gov/>. Acesso em 30 out. 2007.

---

*The Vision for Space Exploration, 2004*. Disponível em <http://history.nasa.gov/sep.htm/> Acesso em 30 out. 2007.

---

2006 NASA  
*Strategic Plan*. Disponível em [www.nasa.gov/pdf/142302main\\_2006\\_NASA\\_Strategic\\_Plan.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/142302main_2006_NASA_Strategic_Plan.pdf). Acesso em 30 out. 2007.

NEWSWEEK, 05/02/2007: *Race to the Moon*. pags 24-29;

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). *Space 2030: Exploring the Future of Space Applications*. Paris, 2004.

PERROW, Charles B. *Normal Accidents: living with high risk technologies*. EUA: Princeton University Press, 1999.

---

*The Next Catastrophe: reducing our vulnerabilities to natural, industrial and terrorist disasters*. EUA: Princeton University Press, 2007.

ROMZEK, Barbara S., DUBNICK, Melvin J. *Accountability in the Public Sector: lessons from the Challenger tragedy*. Public Administration Review 47(1987).

SAGAN, Scott D. *Learning from Normal Accidents*. Organization and Environment, Volume 17, 1, jan 2004. Disponível em [http://cisac.stanford.edu/publications/learning\\_from\\_normal\\_accidents/](http://cisac.stanford.edu/publications/learning_from_normal_accidents/)Acesso em 30 out. 2007.

SANTOS, Paulo Remi Guimarães. *Estudo do processo de transferência de tecnologia do programa espacial brasileiro para a indústria nacional: o caso do segmento veículo lançador*

de satélites. 2001, 55 f. Monografia (MBA em Gerência de Produção e Tecnologia) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração. Universidade de Taubaté, Taubaté, 2001, digitado.

THE SPACE REVIEW, 31/07/2006: *Galileo gets a Chinese overlay*. Disponível em <http://www.thespacereview.com/article/668/1>. Acesso em 30 out. 2007.

THE WHITE HOUSE. *U.S. National Space Policy 2006*. Disponível em <http://www.fas.org/spp/military/docops/national/nstc-8.htm>. Acesso em 30 out. 2007.

\_\_\_\_\_. *U.S. Commercial Remote Sensing Policy*. April 25, 2003. Disponível em <http://crsp.usgs.gov/pdfs/factsheet.pdf>. Acesso em 30 out. 2007.

TUSHMAN, L. Michael; NADLER, David A. *Information processing as an integrating concept in organizational design*. *Academy of Management Review* 3, 1978, 613-624.

VAN DE VEN, Andrew, H, FERRY, Diane L. *Measuring and Assessing Organizations*. EUA: John Wiley & Sons, Inc, 1980.

WEICK, E. Karl. *Organization Redesign as Improvisation*. In HUBER, George P; GLICK, William H. *Organizational Change and Redesign*. Oxford University Press, 1995.

WEICK, E. Karl, SUTCLIFFE, Kathleen. *Managing the Unexpected: Assuring High Performance in an Age of Complexity*. John Wiley Trade, 2001.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2º ed. Porto Alegre: Bookman, 2001

## GLOSSÁRIO

**APOGEU ORBITAL** - ponto da órbita descrita por um satélite, ou um outro corpo celeste qualquer, que se situa à máxima distância do astro em torno do qual o objeto em questão se movimenta (ver também Perigeu orbital);

**BASE ESPACIAL** – centro de lançamento de foguetes e satélites artificiais;

**CARGA ÚTIL** - a carga transportada por um veículo, excluindo aquilo que é necessário para sua operação; especificamente, a carga útil de uma espaçonave é constituída de instrumentos e especialistas destinados ao cumprimento da missão a que o vôo se propõe: a carga útil de um satélite de sensoriamento remoto é tipicamente uma câmera ou um conjunto de câmeras, a de um satélite de comunicações é constituída de um conjunto de *transponders*; a carga útil de um foguete pode ser constituída de um ou mais satélites artificiais completos;

**CCD** - sigla proveniente da expressão inglesa *Charge Coupled Device* (dispositivo de carga acoplada). Detector baseado em dispositivos semicondutores, utilizado de forma cada vez mais freqüente para a obtenção de imagens;

**CENTRO DE LANÇAMENTO ESPACIAL** – ver **BASE ESPACIAL**;

**CONTROLE DE ATITUDE** – Alteração propositada dos parâmetros dos movimentos de um satélite ou veículo espacial em torno do seu centro de massa (CM);

**ENVELOPE- MOTOR** – propulsor de um foguete;

**ESPAÇOPORTO** – o mesmo que Centro de Lançamento;

**ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO** - intervalo de freqüências (ou de comprimentos de onda) em que se decompõe a radiação eletromagnética (rádio, infravermelho, luz visível, raios X, raios gama);

**ESTAÇÃO ESPACIAL** – engenho espacial concebido para permanecer no espaço indefinidamente e para ser habitado por seres humanos por longos períodos. Uma estação espacial contém normalmente um conjunto de laboratórios destinados à realização de experimentos complexos sob a supervisão de seres humanos;

**ESTAÇÃO TERRESTRE OU TERRENA** - equipamento de solo, incluindo antenas e dispositivos eletrônicos periféricos necessários à recepção ou transmissão de sinais de satélites;

**EXOPLANETA** – planeta extra-solar;

**FOGUETE ESPACIAL** - engenho movido a propulsão a jato, destinado a lançar ao espaço satélites, cargas úteis ou espaçonaves; o foguete é essencialmente um veículo não reutilizável, isto é, que se presta a apenas uma missão de lançamento, destruindo-se ao longo da missão;

**FOGUETE DE SONDAGEM** - foguete projetado para lançar, em trajetória suborbital, cargas destinadas à realização de pesquisas;

**GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)**– sistema norte-americano de localização e apoio à navegação, baseado na utilização de satélites;

**LANÇAMENTO ESPACIAL** - envio de um engenho ao espaço com a utilização de um dispositivo de propulsão;

**MICROGRAVIDADE** - situação em que o peso de um determinado sistema é pequeno (pelo menos, mil vezes menor) se comparado ao peso que ele teria na superfície da Terra. Condições de microgravidade são obtidas em regiões muito afastadas da Terra, ou em situações de queda livre, tais como as reproduzidas em vôos suborbitais ou manobras especiais de aeronaves. O ambiente de microgravidade é propício à realização de pesquisas;

**MTCR (Missile Technology Control Regime)**: protocolo de intenções criado pelos países do G-7, para controlar a transferência de tecnologias sensíveis para os países que não aderiram a esse protocolo;

**ÔNIBUS ESPACIAL** – ver SHUTTLE;

**ÓRBITA** – trajetória fechada (circular ou elíptica) descrita no espaço por um corpo celeste ou satélite artificial;

**ÓRBITA BAIXA** - órbita situada em altitude entre 300 e 700 km;

**ÓRBITA EQUATORIAL** –órbita situada no mesmo plano do Equador terrestre;

**ÓRBITA GEOESTACIONÁRIA**: órbita circular equatorial, a 36.000 quilômetros de altitude (ver Satélite Geoestacionário);

**ÓRBITA POLAR** – órbita elíptica de grande excentricidade e com apogeu sobre uma área polar (pólos da Terra). Os satélites de órbita polar passam pelos pólos ou próximos a eles;

**ÓRBITA DE TRANSFERÊNCIA GEOESTACIONÁRIA** - órbita elíptica, utilizada como etapa intermediária para injeção de satélites em órbita geostacionária. Para tanto, o seu apogeu deve estar sobre a órbita geostacionária;

**PERIGEU ORBITAL** - ponto da órbita descrita por um satélite, ou um outro corpo celeste qualquer, que se situa à mínima distância do astro em torno do qual o objeto em questão se movimenta (ver também APOGEU orbital);

PROPELENTE: combustível utilizado em foguetes;

RADAR DE ABERTURA SINTÉTICA – SAR - ver SENSOR;

RASTREIO - determinação à distância, instantânea e contínua, de um conjunto de variáveis características de um veículo ou sistema espacial, particularmente daquelas associadas ao seu movimento;

RESOLUÇÃO ESPACIAL - característica de um sistema de imageamento óptico de distinguir detalhes das imagens captadas por satélite;

SATÉLITE ARTIFICIAL - dispositivo desenvolvido pelo homem e colocado no espaço, em órbita da Terra ou de outros corpos celestes, geralmente com o objetivo de realizar investigações científicas;

SATÉLITE DE COMUNICAÇÃO – satélite artificial cujo objetivo é ser um repetidor dos sinais gerados em solo. Esses sinais são detectados, filtrados, polarizados, amplificados e transmitidos de volta à Terra;

SATÉLITE METEOROLÓGICO - satélite artificial cujo objetivo é monitorar a atmosfera e a superfície terrestres, por meio de imagens nas várias frequências do espectro, fornecendo dados para a elaboração das previsões de tempo e clima;

SATÉLITE DE SENSORIAMENTO REMOTO – satélite artificial destinado ao monitoramento dos recursos naturais da Terra, como, por exemplo, o acompanhamento de queimadas, desmatamentos e ocupações rurais e urbanas. Para tanto, possui sistemas de detecção das ondas eletromagnéticas emitidas ou refletidas pela superfície terrestre;

SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO - satélite artificial posicionado em órbita circular equatorial, a 36.000 km de altitude, girando ao redor da Terra com a mesma velocidade com que esta realiza uma rotação completa, de modo a ficar sempre apontado para o mesmo local. Usualmente, são satélites de comunicação ou meteorológicos;

SENSOR – dispositivo tecnológico que detecta um sinal ou condição física ou química. Como o sinal é uma forma de energia, os sensores podem ser classificados de acordo com o tipo de energia que detectam. Sensores de imageamento óptico detectam energia da faixa de luz visível. Os sensores do tipo RADAR (*Radio Detection and Ranging*) geram impulsos eletromagnéticos, os enviam, depois medem o tempo que os pulsos levam para retornar. Os sensores RADAR operam na faixa de microondas;

SENSORIAMENTO REMOTO - conjunto de técnicas destinado à obtenção remota (sem contato físico) de informações sobre objetos - em particular, sobre a natureza de uma região da superfície ou subsolo de um planeta - por intermédio do estudo das ondas eletromagnéticas emitidas por estes objetos;

**SUBORBITAL** - relativo a uma trajetória de vôo que não percorre uma órbita completa;

**SHUTTLE** - nave com capacidade de ir ao espaço e regressar íntegra a Terra; ônibus espacial;

**SPIN - OFF**: produto ou processo produzido como consequência de uma pesquisa ou desenvolvimento, que não fazia parte do objetivo principal dessa pesquisa ou desenvolvimento;

**TELEMETRIA** – transmissão remota de dados via rede fixa ou sem fio (microondas, UHF/VHF, satélite, etc.)

**TRANSPONDER** (abreviatura de *transmitter-responder*) - dispositivo automático que recebe, amplifica e retransmite um sinal em uma frequência diferente; canal de um satélite de comunicação;

**VEÍCULO LANÇADOR** - veículo destinado a lançar ao espaço satélites artificiais ou cargas úteis espaciais. Usualmente trata-se de um foguete espacial, mas o termo aplica-se também ao ônibus espacial e a outros veículos reutilizáveis, ainda em desenvolvimento.