

## POLÍTICA DE CONTRATAÇÃO DOS SUBSISTEMAS BRASILEIROS DOS SATÉLITES CBERS 3&4

**Mônica Elizabeth Rocha de Oliveira<sup>1</sup>, Leonel Fernando Perondi<sup>2</sup>**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE/ ETE  
São José dos Campos – SP, Brasil

<sup>1</sup>[monica.rocha@dir.inpe.br](mailto:monica.rocha@dir.inpe.br), <sup>2</sup>[perondi@las.inpe.br](mailto:perondi@las.inpe.br)

**Milton de Freitas Chagas Júnior**

Instituto Tecnológico Aeroespacial - ITA  
São José dos Campos – SP, Brasil

[miltonfc@ita.br](mailto:miltonfc@ita.br)

**Resumo:** *As atividades espaciais são tipicamente relacionadas a projetos de longa duração que requerem elevados investimentos. Os retornos esperados, portanto, também devem ser altos, para corresponder ao esforço que demandam. As atividades espaciais no Brasil, definidas na Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - PNDAE, instituída através do Decreto n.º 1.332, de 8 de dezembro de 1994, tem como objetivo geral promover a capacidade do País para, segundo conveniência e critérios próprios, utilizar os recursos e as técnicas espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira. Para a consecução deste objetivo geral, a PNDAE estabelece uma série de objetivos específicos que podem ser categorizados em função de seu caráter geopolítico ou de capacitação nacional e industrial. É nos aspectos de capacitação nacional e industrial que se concentra o presente trabalho, que pretende descrever a política de contratação da indústria nacional para desenvolvimento dos subistemas brasileiros dos Satélites CBERS 3&4, para onde foram direcionados cerca de 80% dos recursos que o INPE recebeu do Governo Federal nos últimos 8 anos. Para tanto, serão apresentadas sucintamente as especificidades de um produto espacial e o potencial de capacitação que é oferecido para as empresas que lidam com o setor. Posteriormente, será feita uma breve descrição da cadeia de relacionamento do setor espacial com outros setores, destacando a proximidade com segmentos de grande interesse estratégico e econômico para o País, tais como aeronáutica, defesa e energia, dentre outros. Por fim, após descrição da política de contratações dos subistemas brasileiros dos Satélites CBERS 3&4, serão apresentados os benefícios industriais diretos e indiretos identificados a partir de pesquisa realizada junto a uma empresa nacional contratada para desenvolvimento de um dos subistemas destes satélites, para demonstração das potencialidades que podem ser geradas a partir da utilização adequada do poder de compra governamental de elevado conteúdo tecnológico.*

**Palavras-chave:** *Política de compras governamentais; política industrial; Programa Espacial Brasileiro.*

### 1. Introdução

As atividades espaciais são tipicamente relacionadas a projetos de longa duração que requerem elevado investimento. Os retornos esperados, portanto, também são altos, para corresponder ao esforço que demandam.

O Brasil foi um dos primeiros países a reconhecer as imensas potencialidades da atividade espacial, a partir da criação do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais – GOCNAE, em 1961, apenas quatro anos após o histórico lançamento do primeiro satélite artificial pela antiga União Soviética, em 1957.

Durante os primeiros anos, as atividades consistiram essencialmente em pesquisas espaciais, sobretudo nas áreas de ionosfera, geomagnetismo e meteorologia e na formação de um quadro competente de especialistas para fazer face aos desafios que seriam colocados nos anos seguintes, até o lançamento, em 1979, da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), primeiro grande programa nacional no âmbito do espaço, seguindo a tendência mundial de política científica e tecnológica denominada de “mission-oriented” (Costa Filho, 2000).

Os principais resultados da MECB foram o lançamento do primeiro satélite desenvolvido no Brasil, o SCD-1, e a implantação de infraestrutura essencial que suporta as atividades espaciais no País até os dias de hoje, tais como o Laboratório de Integração e Testes de Satélites (LIT), o Centro de Rastreamento e Controle de Satélites (CRC) e o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), além de grande parte do trabalho de desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites, o VLS.

Em função da capacitação adquirida a partir da MECB, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE concluiu com sucesso o satélite SCD-1, lançado em 1993, e o satélite SCD-2, lançado em 1998, tendo ambos superando em muito a expectativa de vida útil para a qual foram projetados. Desenvolveu ainda o satélite SACI-1, lançado em 1999 junto com o CBERS-1 e que falhou em operação, e os satélites SCD-2A e SACI-2, perdidos em tentativas de lançamento dos VLS.

Da série CBERS, foram lançados o CBERS-1 em 1999, que permaneceu em atividade até agosto de 2003, o CBERS-2, lançado em outubro de 2003 e ativo até janeiro de 2009, e o CBERS-2B, com vida útil projetada para 2 anos, lançado em setembro de 2007 e ativo até janeiro de 2010. Estão em desenvolvimento os satélites CBERS-3 e CBERS-4, previstos para serem lançados, respectivamente, em 2012 e 2014, e o Amazonia-1, com lançamento previsto para 2014, utilizando a Plataforma Multi-Missão (PMM).

O desenvolvimento dos satélites brasileiros entrega ao país uma série de Benefícios Sociais, tais como a obtenção de dados meteorológicos e climáticos, controle da poluição e estudo da química da atmosfera; identificação de campos agrícolas, monitoramento do desenvolvimento e da expansão agrícola, auxílio em previsão de safras; monitoramento ambiental, com controle de desmatamento, queimadas e desflorestamento; monitoramento de reservatórios de águas, mapeamento do uso do solo e expansões urbanas, dentre outras diversas aplicações que poderiam ser aqui citadas.

Existem, no entanto, outros benefícios resultantes do processo de desenvolvimento destes satélites e que estão relacionados à capacitação tecnológica e ao domínio de metodologias de desenvolvimento de projetos de produtos com características tão específicas e requisitos tão rigorosos de qualidade e confiabilidade. Esta capacitação inicialmente institucional pode trazer benefícios econômicos importantes quando estes projetos são realizados em parceria com empresas do setor privado, podendo resultar, além dos benefícios sociais já mencionados, em importantes Benefícios Industriais que precisam ser mais bem considerados e compreendidos.

A orientação de tratar o setor produtivo como um forte elemento a ser considerado nas atividades espaciais brasileiras encontra respaldo na própria Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), instituída através do Decreto n.º 1.332, de 8 de dezembro de 1994. A PNDAE tem como objetivo geral promover a capacidade do País para, segundo conveniência e critérios próprios, utilizar os recursos e técnicas espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira. Para a consecução deste objetivo geral, estabelece uma série de objetivos específicos e diretrizes, dentre os quais destacamos:

- *Objetivo Específico n.º3: Adequação do setor produtivo brasileiro para participar e adquirir competitividade em mercados de bens e serviços espaciais;*
- *Diretriz n.º6: Incentivo à participação Industrial – A participação da indústria nacional nos programas de desenvolvimento de tecnologias e sistemas espaciais é condição necessária para a efetiva absorção pelo setor produtivo da capacitação promovida por esses programas. Esta participação deverá ser prevista de forma explícita nas propostas de novos programas, devendo-se: promover a qualificação da indústria nacional não apenas para o fornecimento de partes e equipamentos, mas, também, para o desenvolvimento e a manufatura de subsistemas e sistemas completos; buscar a integração entre as equipes das instituições de pesquisa e desenvolvimento e os seus parceiros industriais, através da realização conjunta de projetos de desenvolvimento tecnológico que incluam a indústria desde a etapa de concepção; e buscar aprovação de planos de longo prazo que permitam às empresas nacionais decidir, com menor grau de incerteza, sobre sua participação no programa espacial brasileiro.*

Fica evidente, portanto, que o incentivo legal à participação industrial nas atividades espaciais tem como pano de fundo uma política de capacitação industrial, resultante da firme convicção de que o crescimento econômico de uma nação está vinculado à capacidade de suas indústrias em desenvolver produtos de maior valor agregado, que melhor remuneram a unidade de trabalho.

No caso do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, a orientação para incentivo à participação industrial vem sendo implementada, prioritariamente, a partir de contratações industriais para desenvolvimento de satélites.

Em toda a linha de Satélites CBERS – Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres – partes dos Satélites, denominadas Subsistemas, são especificadas pelos engenheiros especialistas do INPE e são desenvolvidas e fabricadas por empresas brasileiras vencedoras de licitações para este fim. Cerca de 80% dos recursos que o

INPE recebeu do Governo Federal para desempenhar suas funções, ao longo dos últimos 8 (oito) anos, vem sendo direcionados para estes contratos industriais.

Assim sendo, considerando que a capacitação industrial é um dos objetivos da consecução das atividades espaciais no Brasil e que, no caso do INPE, esta finalidade vem sendo implementada, prioritariamente, a partir de contratações industriais, o objetivo deste trabalho é descrever como esta política de contratações foi concebida e apresentar os primeiros resultados de uma pesquisa para identificação dos benefícios diretos e indiretos decorrentes deste relacionamento com o setor industrial.

Para desenvolvimento do tema, serão apresentadas sucintamente as especificidades de um produto espacial e o potencial de capacitação que é oferecido para as empresas que lidam com o setor, seguida por uma breve descrição da cadeia de relacionamento do setor espacial com outros setores, destacando a proximidade com segmentos de grande interesse estratégico e econômico para o País, tais como aeronáutica, defesa e energia, dentre outros.

Posteriormente, após descrição da política de contratações dos satélites CBERS 3&4, serão apresentados os benefícios industriais diretos e indiretos identificados a partir de pesquisa realizada junto a uma empresa nacional contratada para desenvolvimento de um dos subsistemas dos Satélites CBERS 3&4, para demonstração das potencialidades que podem ser geradas a partir da utilização adequada do poder de compra governamental de elevado conteúdo tecnológico.

## **2. O produto espacial é um produto especial**

Por produtos espaciais entendem-se aqueles que são projetados, definidos e construídos para serem usados no Espaço em missões diversas, tais como comunicações, exploração planetária, observação da Terra, entre outras.

O ambiente espacial, no qual estes produtos serão usados, possui características muito específicas, tais como radiação solar, raios cósmicos, vácuo, gravidade, ciclagem térmica (com variação de cerca de 200° C ocorrendo diversas vezes em um mesmo dia), riscos de colisão com meteoritos e objetos considerados “lixos espaciais”, entre outros.

Estas características afetam de maneiras diferentes os componentes elétricos, eletrônicos e mecânicos de que os produtos são feitos. Para citar como exemplo, lentes de câmeras podem amarelar em função da radiação a que são submetidas, prejudicando a qualidade das imagens obtidas através delas. Ainda, a radiação pode degradar células solares e induzir ao mau funcionamento de componentes eletrônicos.

Além das questões relacionadas ao ambiente externo, precisam ser considerados os efeitos resultantes da acomodação de diversos equipamentos juntos, num espaço sempre pequeno, em razão das limitações de massa e volume que acompanham um produto espacial, tais como a interferência eletromagnética e a troca térmica de um equipamento em relação a outro.

Some-se a isto o fato de que, para a grande maioria destes produtos, a manutenção/ reparo em operação é inviável, sobretudo em razão de custos, tornando mandatórias as exigências de Confiabilidade e Garantia da Qualidade. Poucos produtos exigem um grau de qualidade e confiabilidade tão elevado quanto os produtos espaciais.

Por este motivo, no desenvolvimento destes produtos são aplicados conceitos e metodologias de gerenciamento de projetos de engenharia, originalmente desenvolvidos para produtos de defesa, que dividem o projeto em fases distintas.

Em cada uma destas fases, são definidos graus de maturidade que o projeto deverá apresentar, e critérios para verificação de que o projeto está apto a passar à fase seguinte. Desta maneira, o projeto vai evoluindo gradativamente demonstrando ser capaz de atender a todos os requisitos técnicos, de confiabilidade e de rastreabilidade associados ao produto, e definidos em função das condições a que o mesmo será submetido durante todo o seu ciclo de vida.

Para facilitar o entendimento, a Tabela 1, a seguir, apresenta brevemente as fases de desenvolvimento de um projeto de engenharia na área espacial e os objetivos a serem atingidos em cada uma delas.

Antes, porém, importa mencionar a aplicação, nestes projetos, de conceitos da Engenharia de Sistemas, que considera impossível, ou com um altíssimo e injustificado risco, o desenvolvimento de produtos complexos sem quebrá-los em partes que deverão ser tratadas isoladamente com o mesmo rigor que seria aplicado ao conjunto completo, e em seguida, após confirmação da funcionalidade de cada uma destas partes, proceder com a montagem e integração do conjunto completo, que será novamente submetido a testes que verifiquem que as funcionalidades foram mantidas neste processo de integração. Ao conjunto completo, denomina-se Sistema, enquanto a cada parte, dá-se o nome de Subsistema.

Os subsistemas, por sua vez, podem ser compostos por diferentes equipamentos, e empregar componentes específicos, que também precisam passar eles próprios pelo mesmo processo de verificação.

Assim sendo, no desenvolvimento do projeto de um produto espacial, por exemplo, um Satélite, a metodologia abaixo detalhada deve ser aplicada em todos os diferentes níveis: a missão do Satélite como um todo, que será o Sistema; os Subsistemas que compõem este Satélite; os Equipamentos que compõem cada um destes Subsistemas, podendo chegar ao nível de Componentes.

Feitos estes esclarecimentos, pode-se proceder com o detalhamento de uma das metodologias disponíveis para o desenvolvimento de projetos de produtos espaciais:

**Tabela 1. Metodologias para desenvolvimento de projetos de produtos espaciais**

Fase	Objetivo	Principais Atividades	“Check” para passar à fase seguinte
A – Exploração de Conceito	Determinar a viabilidade técnica e compatibilidade com o planejado	1. Preparar os Requisitos de Missão; 2. Desenvolver os requisitos de mais alto nível; 3. Identificar restrições de projeto e limitações do sistema; 4. Conceito de projeto alternativo, considerando riscos, custos, cronograma, tecnologias, etc.	MDR – Revisão de Definição da Missão
B – Projeto Preliminar	Estabelecer o projeto do Sistema e tecnologias a serem utilizadas	1. Estabelecer requisitos do sistema e requisitos de verificação; 2. Estabelecer base de solução de projeto e conceitos de operação; 3. Estabelecer abordagem de aproximação; 4. Preparar “Plano de Projeto e Desenvolvimento”; 5. Preparar “Plano de Garantia do Produto”; 6. Iniciar gerenciamento de configuração.	SRR – Revisão de Requisitos do Sistema PDR – Revisão do Projeto Preliminar do Sistema PDR’s de mais baixo nível (subsistemas, equipamentos e componentes)
C – Projeto Detalhado	Completar o Projeto do Sistema	1. Finalizar/ refinar planos de verificações; 2. Preparar especificações, rascunhos, listas técnicas para construção; 3. Preparar documentos de controle de interface; 4. Preparar planos de fabricação, montagem e integração; 5. Atualização de análises.	CDR – Revisão Crítica de Projeto do Sistema CDR’s de mais baixo nível (subsistemas, equipamentos, componentes)
D – Produção	Fabricação, montagem e integração dos itens de mais baixo nível para criar o Sistema. Demonstrar que os requisitos do Sistema são conhecidos.	1. Desenvolver procedimentos de verificação em todos os níveis; 2. Fabricação dos itens; 3. Integração dos itens de mais baixo nível e verificação de performance; 4. Verificação da performance do Sistema (qualificação e aceitação); 5. Preparação de manuais de operação e manutenção; 6. preparação dos procedimentos operacionais e iniciar treinamento.	MRR – Revisões de Prontidão para Manufatura TRR – Revisões de Prontidão para os Testes QR/ AR – Revisões de Qualificação e Revisões de Aceitação
E – Operação	Operar o Sistema	1. Treinamento (operadores, astronautas, se for o caso, etc.); 2. Conduzir a missão; 3. Manter, reconfigurar e atualizar o Sistema; 4. Retirada de uso do Sistema	ORR – Revisão de Prontidão para Operação Revisão de Atualização do Sistema Revisão de descomissionamento

Fonte: Sgobba T., Quality Assurance for Space Projects.

Ao seguir rigorosamente esta metodologia, será gerado uma “receita” que pode ser repetida para a fabricação de tantas unidades do produto quantas sejam necessárias, podendo-se garantir a funcionalidade, confiabilidade e qualidade requeridas.

No caso de ser necessário proceder com alguma modificação no projeto que foi qualificado, a engenharia deve avaliar a influência daquela modificação e proceder com as revisões que sejam necessárias para que o projeto possa ser considerado como “re-qualificado”.

### 3. Setor Espacial Brasileiro – Descrição do setor produtivo

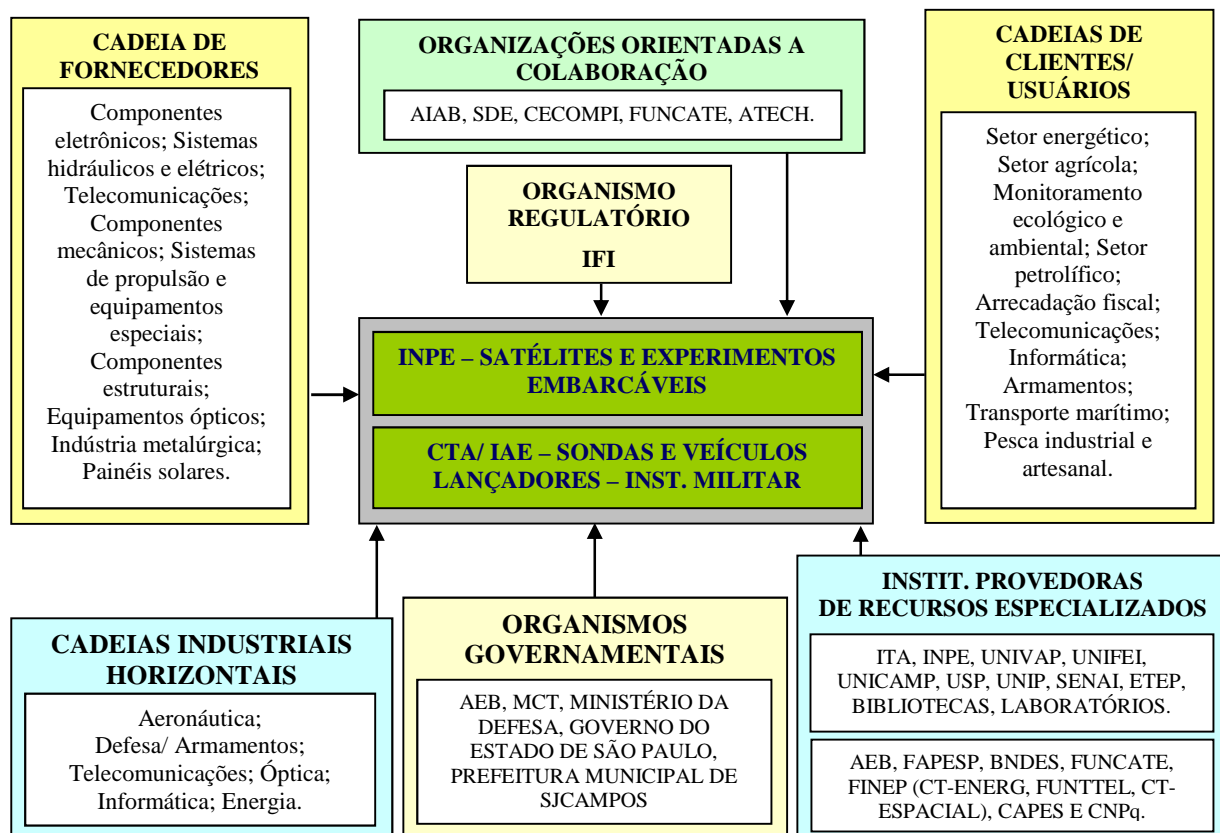
Na sessão anterior, foram apresentadas as especificidades de um produto espacial e as exigências que delas decorrem. Em razão destas especificidades, as empresas que se propõem a trabalhar nas condições rigorosas deste setor dão um passo importante em direção à garantia da qualidade e confiabilidade de seus produtos voltados para outros setores nos quais também atuem.

De maneira mais específica, o domínio das tecnologias e metodologias de projeto requeridas pelas atividades espaciais habilita o setor produtivo a lidar com produtos de alta complexidade e alto valor agregado, que melhor remuneram a unidade de esforço de trabalho.

A presença, na pauta de exportações brasileiras, de produtos de média intensidade tecnológica reduziu de 18% em 2000 para 16% em 2008, enquanto que para os produtos de alta intensidade tecnológica, esta redução foi de 18% em 2000 para 11% em 2008, segundo De Nigri e Kubota (2009, in Almeida, 2009). Enquanto isso, ainda segundo os mesmos autores, a exportação de commodities primárias e de produtos de baixa intensidade tecnológica e intensivos em recursos naturais, juntos, no período, respondeu por cerca de 60% do valor das exportações brasileiras.

De acordo com artigo publicado no sítio da Agência de Desenvolvimento Tietê Paraná (2002), os produtos da indústria aeroespacial (aviões, mísseis, foguetes e satélites) são os que agregam maior valor por quilo ao serem exportados. Segundo a mesma matéria, enquanto um produto agrícola reúne o equivalente a R\$ 0,30 por quilo, um avião militar pode acumular de US\$ 2 mil a US\$ 8 mil por quilo. Já um satélite agrega US\$ 50 mil por quilo exportado.

É importante ainda mencionar o forte relacionamento do segmento espacial com outros setores industriais considerados como estratégicos para o país, como é o caso do aeronáutico, defesa, energia, dentre outros. Este forte relacionamento se dá por afinidades tecnológicas e metodológicas, mas também pela proximidade física, conforme figura 1 a seguir, que descreve o “aglomerado” espacial localizado do Vale do Paraíba, região leste do Estado de São Paulo.



**Figura 1: Modelo do “aglomerado” espacial localizado no Vale do Paraíba.**

Fonte: Oliveira, M.E.R. e Míguez, R (2011), com base em metodologia proposta pelo Conselho de Competitividade dos E.U.A (Porter, 1999).

Isto significa que o esforço em capacitar as empresas que lidam com o setor espacial resulta num aumento de capacitação também voltado para outros setores estratégicos para o País.

#### 4. Política de contratação dos subsistemas brasileiros dos Satélites CBERS 3&4

Edquist e Hommen, 2000 (in Aschhoff & Sofka, 2008), conceituam aquisição pública de tecnologia como sendo um instrumento do lado da demanda que pode ser definida como a compra de um produto ainda não existente ou sistema cujo projeto e produção requerem muito, ou completo, trabalho de desenvolvimento tecnológico. Complementam ainda afirmando que, de maneira ideal, os requisitos funcionais do produto demandado são predefinidos pelo governo, ficando o projeto e a fabricação a cargo de uma empresa ou consórcio, selecionada através de processo competitivo.

Ainda Edquist e Hommen (1998) entendem que o desenvolvimento de produtos ou serviços inteiramente novos “é o tipo ideal de compras governamentais”, pensamento complementado por Geroski, 1990 (in Silva, 2009), segundo o qual a política de compras governamentais é um instrumento muito mais eficiente de estímulo à inovação do que uma grande variedade de subsídios à P&D frequentemente utilizados pelos governos.

Neste tipo específico de relacionamento do Estado com o setor produtivo, a encomenda de projetos e/ou produtos de caráter inovador ocorre sob condições especificadas pelo Estado e para finalidades estratégicas também definidas pelo Estado.

Este tipo de relacionamento difere do fomento no qual os projetos apresentados pela Indústria são financiados com recursos provenientes de Bancos de Desenvolvimento ou Fundos Setoriais, e cujo mérito é avaliado por equipes dos organismos de fomento, que embora multidisciplinares, muitas vezes não detém conhecimento específico e aprofundado na área sobre a qual o projeto se baseia, o que dificulta a avaliação do grau de impacto ou de relevância destes projetos para a economia, ou o grau de retorno para a sociedade em relação a estes investimentos.

Já nos casos de encomenda de projetos e/ou produtos de caráter inovador, o Estado é a autoridade que define a necessidade, as condições técnicas e de prazo, sempre visando uma determinada aplicação ou tecnologia que entende estratégica para a sociedade ou para a economia.

O reconhecimento deste tipo de encomenda pública como instrumento de política inovativa vem crescendo consideravelmente no Brasil (Silva, 2009; Miranda, 2008; Alves, 2007) e no mundo (Edquist & Hommen, 1998; Aschhoff & Sofka, 2008). Mencionar conferência recente no DLR.

Este foi o modelo adotado nas contratações firmadas junto a empresas nacionais para o desenvolvimento dos subsistemas dos satélites CBERS 3&4 sob responsabilidade brasileira.

O INPE adquiriu, com o desenvolvimento dos satélites da MECB, uma grande capacitação em tecnologias e sobretudo em metodologias de desenvolvimento de projetos espaciais. O desenvolvimento destes satélites contou com pouca participação industrial: 10% no SCD-1 e 20% no SCD-2, começando em nível de montagem e evoluindo gradativamente para o desenvolvimento de equipamentos, segundo Costa Filho (2000).

Os satélites CBERS 1&2, de porte e complexidade consideravelmente maiores que os satélites até então desenvolvidos no país, foram desenvolvidos com um aumento considerável de participação da indústria nacional formada em boa parte por ex-profissionais do INPE que atuaram no desenvolvimento dos satélites anteriores. Chagas Jr. (2009) identificou ter havido um fator multiplicativo de ordem 10 entre algumas variáveis do satélite, como massa e potência gerada, entre os satélites da MECB e os CBERS, para se ter uma ideia dos desafios técnicos e gerenciais enfrentados nesta transição.

O acordo de cooperação internacional para desenvolvimento dos satélites CBERS 1&2 determinou que 70% dos custos do Programa caberiam à parte chinesa e 30%, ao lado brasileiro. Esta divisão de custos também orientou a divisão de responsabilidades pelo desenvolvimento dos subsistemas.

Para os satélites CBERS 3&4, o acordo internacional ampliou a responsabilidade brasileira para 50%, o que elevou em muito o conteúdo tecnológico a ser produzido no Brasil. Também, em razão da maturidade tanto do INPE quanto das empresas do setor, adquirida no desenvolvimento dos satélites CBERS 1&2, foi possível elevar o conteúdo repassado à indústria. Se no caso dos primeiros satélites, as contratações industriais efetuadas

contemplavam tão somente a fabricação, ficando toda a concepção a cargo do INPE e CAST, no caso dos satélites CBERS 3&4 a autoridade de projeto de alguns subsistemas foi compartilhada entre o INPE e a Indústria.

O INPE efetuou contratação das atividades de desenvolvimento, fabricação e testes relativas aos equipamentos e subsistemas sob sua responsabilidade através de licitações do tipo Técnica e Preço, baseadas na Lei n. 8.666/1993 e a partir de especificações constantes em documentos denominados Descrição Detalhada de Trabalho (DDT) ou *Statement of Work* (SOW), já que precisava predominar o idioma inglês em razão da cooperação internacional com a China. Estes documentos foram elaborados por engenheiros especialistas que posteriormente ficariam encarregados do acompanhamento técnico das atividades contratadas.

Além dos requisitos técnicos e especificações, as DDTs continham o detalhamento de como as atividades seriam desenvolvidas, seguindo metodologia de gerenciamento de projetos de engenharia com ênfase em sistemas espaciais, que gerencia programas e projetos por meio de fases e “*decision gates*” que autorizam o projeto a passar para a fase seguinte, semelhante àquele indicado na Figura 2, porém em nível inferior (subsistema e equipamento).

Estas fases foram então associadas a marcos contratuais a fim de permitir ao corpo técnico do INPE acompanhar a evolução do projeto e entregas correspondentes, atribuindo um percentual de pagamento do valor total contratado em razão da complexidade das atividades de engenharia a serem realizadas em cada fase e das entregas a elas relacionadas.

As transições entre fases ocorre a partir dos já mencionados “*decision gates*”, chamados no INPE de Revisões de Projeto. As Revisões de Projeto que de maneira geral constaram dos cronogramas físico-financeiro dos contratos efetuados foram: *Management Design Review* (MDR), que é diferente do MDR que consta da Figura 2, que consiste na *Mission Design Review*, em nível de sistema; *Preliminary Design Review* (PDR); *Critical Design Review* (CDR); *Qualification Review* (QR); e *Acceptance Review* (AR). Juntamente com a CDR ocorre a entrega dos Modelos de Engenharia dos subsistemas ou equipamentos. As próximas fases marcam as entregas dos Modelos de Qualificação e Modelos de Vôo.

## **5. Pesquisa piloto – Benefícios industriais resultantes de contrato firmado para desenvolvimento de subsistema dos Satélites CBERS 3&4**

Nesta sessão, serão apresentados os resultados de uma pesquisa piloto relacionada a uma pesquisa mais ampla de trabalho de doutorado que pretende avaliar os benefícios industriais resultantes dos contratos firmados com empresas nacionais para desenvolvimento de subsistemas dos satélites CBERS 3&4. Nesta pesquisa piloto, relacionada ao desenvolvimento de apenas um subsistema dentre os treze que ficaram sob responsabilidade do lado brasileiro, foram entrevistados, do lado do contratante, o fiscal técnico responsável pelo contrato, e do lado da contratada, os diretores técnicos da empresa.

Os instrumentos foram elaborados para a pesquisa completa, quando os resultados industriais de todos os contratos serão compilados e apresentados num conjunto completo, deixando à mostra os resultados globais e mascarando os resultados individuais. Neste trabalho, no entanto, em que serão apresentados os resultados da pesquisa piloto aplicado em um único fornecedor, ficaria muito fácil identificar a empresa entrevistada, razão pela qual algumas informações coletadas serão omitidas, a fim de preservar um determinado nível de sigilo ao menos para o leitor comum, menos familiarizado com as particularidades das empresas do setor.

O instrumento idealizado para esta pesquisa foi dividido em duas etapas, a primeira delas objetivando a caracterização das empresas fornecedoras e a segunda, a avaliação dos efeitos industriais diretos e indiretos resultantes das contratações firmadas.

No contrato entrevistado, a autoridade de projeto ficou com a empresa contratada, fundada a 18 anos, e cujo capital é 100% nacional. Já participou de outros projetos de satélites do INPE, onde adquiriu capacitação tecnológica e infraestrutura importante para a consecução das atividades deste contrato e é também fornecedora dos setores aeronáutico e defesa. Embora não possua departamento de P&D formalmente estabelecido em sua estrutura organizacional, considera exercer esta atividade de forma prioritária, chegando a investir cerca de 40% de seu faturamento em atividades de P&D&I, sendo até 4% de investimento próprio, e o restante, oriundos, dentre outros recursos, de projetos financiados por agências de fomento.

Na segunda etapa, os resultados industriais diretos e indiretos a serem pesquisados foram agrupados de acordo com a figura 3 abaixo, construída a partir de critério proposto pelo B.E.T.A. (Bach, L., Cohendet, P. e Schenk, E, 2000). Também as variáveis para avaliar cada um destes efeitos industriais foram extraídas da metodologia proposta pelo B.E.T.A.

EFEITOS INDUSTRIAIS	DIRETOS	(A) Infra-estrutura Industrial (B) Aumento no nível de produção (C) Criação de vagas de emprego	
	INDIRETOS	(D) Efeitos Tecnológicos	(E) Efeitos Comerciais (*)
		(F) Efeitos em Organizações e Métodos	(G) Efeitos Relacionados ao Fator de Trabalho
	(*) Transferência de Tecnologia		

**Figura 3 – Classificação dos efeitos industriais diretos e indiretos.**

Fonte: Bach *et al* (2000)

Os ganhos de capacitação em cada um dos aspectos da Figura 3 acima foram avaliados a partir de requisitos definidos como necessários para consecução das atividades, em documentos de exequibilidade e planos de recursos humanos, de infraestrutura e de gerenciamento cuja elaboração iniciou ainda na fase de licitação e que foram aprimorados desde a primeira fase do contrato, até a *Management Design Review* (MDR) até a segunda fase, encerrada com a *Preliminary Design Review* (PDR).

Os resultados industriais identificados na pesquisa piloto foram os seguintes:

Efeitos Industriais Diretos:

- (a) Infra-estrutura Industrial: das 13 competências requeridas, 4 foram adquiridas para o desenvolvimento das atividades contratadas (cerca de 31%). O contratante avaliou que, em média, as 4 competências adquiridas foram “bem implementadas” (média 4, numa escala de 1 a 5). Das 4 competências adquiridas, todas foram utilizadas além do Contrato. 75% gerou inovações ou incrementos em processos e 25% gerou inovações ou incrementos em produtos.
- (b) Aumento no nível de produção: houve aumento no nível de produção das empresas entrevistadas, resultando em redução significativa de custos em contratos firmados posteriormente para desenvolvimento de subsistemas parecidos para outros projetos e programas.
- (c) Criação de vagas de emprego: foram criadas 14 vagas de emprego como resultado desta contratação.

Efeitos Industriais Indiretos:

- (d) Efeitos tecnológicos: de 14 competências requeridas, 5 foram adquiridas para o desenvolvimento das atividades contratadas (cerca de 36%). O Contratante avaliou que, em média, as 5 competências adquiridas foram “bem implementadas” (média 4.4, numa escala de 1 a 5). Das 5 competências adquiridas, todas foram utilizadas além do Contrato, 60% gerou inovações ou incrementos em negócios, 80% gerou inovações ou incrementos em processos e 40% gerou inovações ou incrementos em produtos. Houve criação de 3 (três) novos produtos, novos tanto para a empresa quanto para o mercado, além de qualificação de fornecedores nacionais para desenvolvimento de itens que antes eram adquiridos no exterior.
- (e) Efeitos comerciais: Houve criação de novos departamentos – áreas criadas inicialmente como unidades de negócios – e que depois viraram duas novas firmas, voltadas para atender a outros setores produtivos. Dois dos três novos produtos mencionados no item anterior são voltados para estes outros setores produtivos. Assim sendo, houve transferência de tecnologia entre firmas do setor espacial e firmas de outro setor. Ainda nos efeitos comerciais, a participação no Programa Espacial Brasileiro é muito utilizada como referência de marketing, trazendo sempre bons resultados.



- (f) Efeitos em organizações e métodos: a maioria das ferramentas de gerenciamento e controle de projeto exigidas já eram conhecidas da contratada, em razão de sua participação em programas e projetos de satélites anteriores. No entanto, a utilização de 2 das 9 ferramentas requeridas foram aprimoradas a partir da contratação pesquisada (22%). Estas metodologias e ferramentas são utilizadas em outros projetos além do contrato e sua implementação foi avaliada pelo contratante como “bem implementadas” (média 4, numa escala de 1 a 5).
- (g) Efeitos relacionados ao Fator de Trabalho: das 22 competências requeridas, 12 foram adquiridas para o desenvolvimento das atividades contratadas, sendo 3 referentes a planos de treinamentos e 9, a quadros de RH que antes não existiam na empresa. Das 12 competências adquiridas, todas foram utilizadas além do Contrato, sendo que 33% gerou inovações ou incrementos em negócios, 42% gerou inovações ou incrementos em processos e 50% gerou inovações ou incrementos em produtos.

Ainda com relação ao fator de trabalho, o contratante registrou alguns problemas que merecem registro: durante o andamento das atividades, a empresa contratada participou de outras licitações e firmou novos contratos com o INPE para fornecimento de outros itens relativos ao mesmo satélite ou a satélites diferentes. No entanto, o aumento de projetos na empresa não representou aumento proporcional na capacidade de trabalho da empresa, levando a mão-de-obra existente a ser dividida em diferentes projetos, o que gerou algumas dificuldades de cronograma na fase de fabricação dos Modelos de Vão.

Adicionalmente, quanto aos planos de treinamento, o contratante avaliou que os profissionais sabiam realizar suas atividades, mas houve falhas por falta de confiabilidade e repetibilidade, indicando falha de controle de processos.

Por fim, o contratante registrou uma tendência do fornecedor em se limitar a buscar soluções que o INPE estava preparado para orientar, quando o ideal seria a busca de assessorias externas e a proposição de soluções que superassem as expectativas do próprio INPE.

## 5. Conclusões

A partir do desenvolvimento do presente trabalho, pode-se concluir que o programa espacial é um Programa Nacional com uma forte componente de capacitação industrial, considerando as tecnologias e metodologias de projeto que utiliza e a forte afinidade com outros setores também estratégicos para a economia brasileira, como os setores aeronáutico e de defesa, dentre outros. Esta oportunidade de “transbordamentos” horizontais é potencializada em razão da localização geográfica do “núcleo” destas atividades na região leste do estado de São Paulo, onde há uma forte concentração de indústrias de elevado conteúdo tecnológico e que utiliza de recursos similares.

Que esta finalidade de capacitação industrial do Programa Espacial Brasileiro expressa inclusive na legislação que estabelece e define estas atividades no país vem sendo exercitada pelo INPE, de maneira prioritária, a partir de contratações industriais para desenvolvimento de subsistemas e equipamentos de satélites, com destaque para o caso dos satélites CBERS 3&4, cuja política de contratação foi estrategicamente definida para esta finalidade, de repassar ao setor produtivo privado a capacitação para conceber projetos espaciais, dosando ao mesmo tempo desafio e controle de riscos.

Por fim, como resultados industriais parcialmente apurados, tem-se que 39% das competências requeridas para consecução das atividades contratadas foram implementadas a partir desta contratação, e que na avaliação do contratante, estas competências foram bem implementadas, avaliadas em média como 4, numa escala de 1 a 5.

Foram criadas 14 novas vagas de emprego e foram identificadas inovações ou incrementos em processos e produtos, com destaque para a criação de 3 (três) produtos novos tanto para a empresa quanto para o mercado, bem como a criação de 2 (duas) novas firmas voltadas para atender a outros setores produtivos, indicando ter havido transferência de tecnologia entre firmas do setor espacial e firmas de outro setor.

Estes resultados demonstram a viabilidade e a oportunidade da utilização do poder de compra do Programa Espacial Brasileiro como instrumento de capacitação industrial em setores estratégicos do ponto de vista tecnológico. Considerando a atual pauta de exportações brasileira, fortemente baseada em commodities primárias e produtos de baixa intensidade tecnológica e, portanto, baixo valor agregado, é imperativo conhecer e conceber formas cada vez mais eficazes de utilização deste instrumento.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M. Texto para discussão n° 1452 – Desafios da real política industrial brasileira do século XXI. Brasília, 2009.
- Aschhoff, B.; Sofka, W. Innovation on demand – can public procurement drive market success of innovations. Discussion paper n° 08-052. Centre for European Economic Research (ZEW), Mannheim, Germany. Julho 2008.
- Bach, L.; Cohendet, P; Schenk, E. Technological transfers from the European space programs: a dynamic view and a comparison with other R&D project. Bureau d'Économie Théorique et Appliquée (B.E.T.A.), Université Louis Pasteur. Strasbourg, France, 2000.
- Chagas Jr., M. F. Criação e Exercício de Capacitações em Integração de Sistemas – Explorando Interações entre Formas de Aprendizagem Tecnológica - O Caso do Programa CBERS. Tese de doutorado em Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos. 2009.
- Costa Filho, E. J. A política científica e tecnológica no setor aeroespacial brasileiro: da institucionalização das atividades ao fim da gestão militar – uma análise do período 1961-1993. Dissertação de mestrado – Campinas, SP. 2000.
- Costa Filho, E. J.; Furtado, A. T. Avaliação dos spin-offs dos fornecedores nacionais do Programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite). XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica. Salvador, 2002.
- Edquist, C.; Hommen, L. Government Technology Procurement and Innovation Theory. Department of technology and social change, Linköping University, Sweden, 1998.
- Oliveira, M. E. R.; Miguez, R. B. Apresentação do Setor Espacial Brasileiro sob a ótica dos aglomerados (clusters). 2° Workshop em Engenharia e Tecnologias Espaciais. INPE, São José dos Campos, 2011.
- Silva, C. G. R. S. Compras governamentais e aprendizagem tecnológica: uma análise da política de compras da Petrobras para seus empreendimentos off-shore. Tese de Doutorado. Unicamp, Campinas, SP, 2009.
- Souza, P. N. Curso de Introdução à Tecnologia de Satélites. INPE, 2012. Disponível em: [http://www.inpe.br/twiki/pub/Main/IntroducaoTecnologiaSatelites/280\\_Satelites\\_P3.0\\_v5.2\\_2012.pdf](http://www.inpe.br/twiki/pub/Main/IntroducaoTecnologiaSatelites/280_Satelites_P3.0_v5.2_2012.pdf).