A Visão da AAB para o Programa Espacial Brasileiro

ASSOCIAÇÃO AEROESPACIAL BRASILEIRA

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP, NOVEMBRO 2010

ASSOCIAÇÃO AEROESPACIAL BRASILEIRA – AAB

DIRETORIA 2009-2011

PRESIDENTE: PAULO MORAES JR.

VICE-PRESIDENTE: HIMILCON DE CASTRO CARVALHO

DIRETOR SECRETÁRIO: EDIRALDO BERNARDI CARVALHO

DIRETOR TÉCNICO-CIENTÍFICO: JANIO KONO

DIRETOR TESOUREIRO: JADIR NOGUEIRA GONÇALVES

CONSELHO DELIBERATIVO

ANDRÉ MONTANHOLI MILESKI [2009-2013]

OTHON CABO WINTER [2009-2013]

RICARDO LUÍS DA ROCHA CARMONA [2009-2013]

JOSÉ NIVALDO HINCKEL [2007-2011]

OTÁVIO SANTOS CUPERTINO DURÃO [2007-2011]

PETRÔNIO NORONHA DE SOUZA [2007-2011]

COMISSÃO DE POLÍTICA ESPACIAL

PRESIDENTE: OTÁVIO SANTOS CUPERTINO DURÃO

MEMBROS: JOSÉ NIVALDO HINCKEL
OTHON CABO WINTER
RICARDO LUÍS DA ROCHA CARMONA

APRESENTAÇÃO

O Brasil tem tudo para ser uma potência espacial. Tem boa engenharia, instituições consolidadas, uma indústria espacial emergente, excelentes posições de lançamento, enfim, tudo para que isso possa ocorrer. No entanto, se nada fizerem para que isso aconteça, as gerações futuras jamais os perdoarão.

Comentário feito por um alto funcionário da Agência Espacial Russa (ROSKOSMOS)

A atividade espacial no Brasil teve inicio na década de 60. Foi um começo modesto, sem grandes ambições, sem motivações bélicas, portanto, diferente dos países que iniciaram atividades semelhantes na década anterior, como os EUA e a ex-URSS. Ao final da década seguinte foi estabelecida a "Missão Espacial Completa Brasileira", conhecida por MECB, a qual foi cumprida parcialmente.

Com a criação da "Agência Espacial Brasileira" (AEB), primeiramente alocada na "Secretaria de Assuntos Estratégicos" da Presidência da República, e posteriormente no "Ministério de Ciência e Tecnologia" (MCT), foi estabelecido o "Programa Nacional de Atividades Espaciais" (PNAE), o qual vem sendo revisado a cada quatro anos.

O PNAE tem conteúdo abrangente e considera aspectos relacionados às Missões, aos meios de Acesso ao Espaço, as Aplicações, e aos Programas Científicos, Tecnológicos e Educacionais. Em principio serve de diretor e indutor das atividades espaciais a serem desenvolvidas no país por meio dos Órgãos Executores do SINDAE (Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais).

Passados quase cinqüenta anos de atividades espaciais no Brasil constata-se que nem todos os objetivos contemplados na MECB, no PNAE e nas suas revisões, ou em qualquer outra iniciativa dos órgãos coordenadores e executores do SINDAE puderam ser atingidos.

Algumas missões espaciais foram realizadas, tecnologias desenvolvidas, uma pequena indústria emergiu, recursos humanos foram qualificados, recursos financeiros com razoável crescimento aplicados, cooperações internacionais foram estabelecidas, enfim ações foram conduzidas e boa parte delas com sucesso. Entretanto, comparando o desempenho do Brasil com países que iniciaram suas atividades antes e outros que as iniciaram mais tarde, este não é muito satisfatório.

É óbvio que desenvolver tecnologia e atividade espacial não é uma ação simples. Também o fato do "Acesso ao Espaço" caracterizar-se por ter natureza dual, resulta em implicações comerciais, embargos e sanções. A opção brasileira foi, e nada mais legítimo, liderar suas atividades espaciais com alto conteúdo de autonomia, no entanto, recorrendo a parceiros (empresas) estabelecidos em países com os quais mantinha boas relações.

Na lista dos países que desenvolvem e detém domínio da tecnologia espacial, encontram-se aqueles que também são líderes no aspecto econômico. Esse é um indicativo de que a atividade espacial reflete-se como um indutor da economia, pois propicia avanços tecnológicos de sua indústria, agregando altos valores aos seus produtos manufaturados. Propicia também um maior peso político a nível

internacional, e acima de tudo, beneficia amplamente suas sociedades com serviços e produtos que permitem uma moderna e melhor qualidade de vida.

Ora, se é isso que se almeja para o desenvolvimento de uma sociedade moderna, mais rica e repleta de oportunidades para seus cidadãos, a atividade espacial, e o uso de suas aplicações, devem ter um lugar de realce nos programas de governo. A percepção estratégica completa sem dúvida a contribuição que ela poderá vir a oferecer para que um país com as dimensões territoriais do Brasil, com as suas potencialidades naturais, sua indústria moderna e emergente, suas demandas de segurança e de governança, e sua população jovem e empreendedora, sejam por ela beneficiadas.

Nesse sentido e nesse contexto a "Associação Aeroespacial Brasileira" (AAB), congregando profissionais e demais interessados relacionados à área espacial no Brasil e até no exterior, conduziu discussões, reflexões e consultas sobre o "Programa Espacial Brasileiro" (PEB), e elaborou o presente documento conferindo-lhe o título de "A VISÃO DA AAB PARA O PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO".

A estratégica adotada para elaboração do documento foi de, não esquecendo os sucessos e insucessos alcançados, não condenando e nem desmerecendo os atores que deles fizeram parte, oferecer uma "visada global" para um programa adequado às necessidades, potencialidades e aspirações de um país muito maior do que o seu programa espacial atual. Os temas abordados no documento deverão servir de orientação para discussões de caráter mais técnico, e a indução e condução de ações que permitam atingir objetivos claros e inequívocos para que o Brasil, como um dos pioneiros da atividade espacial, venha a ocupar uma posição adequada às suas aspirações como nação precursora dos benefícios que a exploração espacial possa trazer para si e para o mundo do qual fazemos parte.

Isso posto, e na qualidade de Presidente da "Associação Aeroespacial Brasileira", tenho a satisfação, como também a responsabilidade, junto com os Membros da "Comissão de Política Espacial da AAB", de apresentar o presente documento, esperando que as expectativas nele depositadas tenham sido plenamente atendidas, e que o conteúdo do mesmo contribua para o estabelecimento de um programa espacial condizente com a grandeza de nossa nação, o Brasil.

Desejando uma boa e crítica leitura do documento, subscrevo-me,

Com cordiais saudações aeroespaciais,

PAULO MORAES JR.
Presidente da AAB
presidente@aeroespacial.org.br

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 7

MISSÕES ESPACIAIS 9

ACESSO AO ESPAÇO 15

RECURSOS 25

- FÍSICOS 25
- HUMANOS 33
- ORÇAMENTÁRIOS 42
- OUTROS 49

POLÍTICA INDUSTRIAL 51

ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL 61

COORDENADORES TEMÁTICOS 71

CONSULTORES 73

INTRODUÇÃO

Este documento foi realizado para cumprir parte dos objetivos da ASSOCIAÇÃO AEROESPACIAL BRASILEIRA – AAB, qual seja o de contribuir com as autoridades competentes para a formulação e planejamento do Programa Espacial Brasileiro (PEB). Ele é uma contribuição como fruto da experiência dos seus membros envolvidos que estão há décadas com este Programa seja através do setor público, civil e militar, seja através do setor privado e acadêmico. Ele foi desenvolvido através de uma mobilização destes membros e na sua contribuição com idéias, opiniões e experiência prática nestes diversos setores em suas diversas atividades e em diferentes regiões do país.

Inicialmente estabeleceu-se uma Comissão de quatro membros da AAB para a condução deste processo de formulação. Esta Comissão definiu sete tópicos principais para a estrutura do documento: Missões, Acesso ao Espaço, Recursos Físicos, Recursos Humanos, Recursos Orçamentários, Política Industrial e Organização Institucional. Outros tópicos poderiam ter sido singularizados, como pesquisa e desenvolvimento ou cooperação internacional, mas considerou-se que estes e outros tópicos não cobertos especificamente já o estariam por aqueles sete selecionados. Para cada um destes convidou-se um Coordenador para o seu desenvolvimento. Os coordenadores tiveram liberdade para convidar colaboradores para contribuir na redação e formulação de sugestões e análises para o seu tópico específico. Além destes, a Diretoria da AAB também estendeu este convite a outros colaboradores que se constituíram em consultores ao documento. Assim, após esta primeira fase dispunha-se de um documento preliminar. Novamente, este documento preliminar, agora integrado, foi submetido a um grupo de cerca de 20 consultores para análise, crítica e sugestões ao documento. Além disto, todos os membros da AAB foram convidados a participar com suas críticas e sugestões. Para isto o documento preliminar foi a eles disponibilizado através de um *link* no portal da Associação de onde o documento preliminar podia ser acessado. Posteriormente foi realizado um *workshop* com os membros da AAB e onde as críticas e sugestões foram discutidas.

Após a incorporação das críticas e sugestões dos consultores e membros da Associação a forma final do documento foi revista por dois editores. O resultado é o que se verá nas páginas seguintes. Para cada um dos tópicos há uma análise, um diagnóstico e um conjunto de sugestões concretas. Como este não é um documento originado de idéias e experiência de uma única pessoa ou mesmo de um número reduzido delas, é possível se identificar em alguns pontos propostas e análises que não seguem linearmente. A redação final preserva esta idéia transmitida pelo trabalho por duas razões. Há diferentes caminhos que podem ser seguidos e não se pretende estabelecer um único de uma maneira presunçosa. A posição da AAB é que estudos possam ser feitos em seguida que aprofundem os temas aqui colocados e as sugestões propostas.

Espera-se que este material possa, efetivamente, contribuir para importantes decisões que se avizinham para o Programa Espacial Brasileiro e se juntar a outras que estão em andamento por diferentes setores da sociedade.

-o-

Missões Espaciais

A sociedade brasileira há algumas décadas beneficia-se da tecnologia espacial através das diversas naturezas de aplicações espaciais: telecomunicações; observação da Terra; navegação por satélites; ciência espacial. Beneficia-se também dos inúmeros *spin-offs* tecnológicos decorrentes do esforço espacial internacional. Esses benefícios advêm quase totalmente de tecnologias externas com o uso de satélites dedicados ao Brasil, no caso de alguns serviços de telecomunicações, ou compartilhados com sistemas estrangeiros ou internacionais, no caso de imagens de satélites, dados meteorológicos, informações GPS e dados científicos.

Independentemente da procedência do satélite ou da tecnologia o Brasil precisa aprofundar a utilização de satélites, não somente no âmbito privado regido pelo mercado, mas também no meio público. Qualquer aplicação de satélites envolve esforços e tecnologias que vão muito além do satélite. Por exemplo, as telecomunicações por satélites possuem enorme potencial de benefícios à sociedade, tais como: inclusão digital; gestão pública remota; segurança; sistemas aumentados de navegação; e distribuição de dados. Por isso, o Estado deve atuar. No entanto, o "negócio" telecomunicações por satélites vai muito além de satélites de telecomunicações e as aplicações nacionais não devem ser condicionadas à capacidade local de produção. Uma estratégia precisa ser estabelecida para desenvolver o "negócio" de forma abrangente e, então, criar a demanda de satélites de forma consistente. Cabe à indústria nacional progressivamente atender essas demandas com o domínio de tecnologias de lançadores e campos de lançamento e de satélites, estações de rastreio e tratamento da informação.

Uma política tecnológica e industrial deve indicar como perseguir esse domínio das tecnologias e como a participação nacional deve ocorrer. É preciso retomar o sonho do domínio da capacidade de acesso ao espaço. Retomar o conceito de missões tecnológicas e experimentais, bem como criar uma estratégia de missões operacionais que possam constituir desafios à nossa indústria, aos órgãos de pesquisa e desenvolvimento e à sociedade em geral.

O programa espacial precisa distinguir missões experimentais e operacionais. Missões de natureza operacional precisam responder apropriadamente a essa condição, em particular, devem possuir altos índices de disponibilidade. A expectativa de falha de um satélite deve estar condicionada à capacidade de reposição, de forma que o serviço não sofra descontinuidade. E isto leva a dificuldades tecnológicas, em alguns casos, muito difíceis de serem atendidas por uma indústria emergente. Em particular, nos satélites de telecomunicações que requisitam disponibilidade próxima a 100% e longos tempos de vida em órbita.

Em algumas missões, por exemplo, de observação da Terra, uma boa engenharia de sistema pode simplificar esses requisitos. Uma possível forma de conseguir a disponibilidade operacional é através do uso de constelações de satélites. Claro que as missões devem ser pensadas para isso e sua viabilização depende do uso de tecnologias de baixo custo.

Cada missão espacial brasileira precisa assumir a identidade apropriada: experimental ou operacional. O conflito leva a missões com custos muito altos, baixos resultados tecnológicos e validade operacional discutível. Um programa de satélites pode implicar custos elevados. Por exemplo, os investimentos no desenvolvimento dos cinco satélites do programa binacional CBERS representam valores da ordem de um bilhão de reais somente na parte brasileira.

É preciso discutir a natureza desses programas: se operacional, incrementar a disponibilidade ao usuário; se experimental, buscar com mais objetividade os ganhos tecnológicos. Algumas missões científicas, ou mesmo certas missões de defesa, podem ser atendidas com um tempo de vida menor e assumir maiores riscos, o que permitiria complementar as missões experimentais na construção de uma estratégia de domínio tecnológico. O desafio a vencer é a necessidade de inovação freqüentemente relacionada às cargas úteis desses satélites e enfrentar a questão dos custos.

O estabelecimento de uma estratégia adequada parece fundamental para o sucesso do programa espacial brasileiro. A seguir são discutidas possíveis missões experimentais e missões voltadas para demandas operacionais do país, relacionadas pela natureza de suas aplicações nos próximos vinte anos. A principal proposta é a constituição de um programa de satélites geoestacionários estruturante das atividades espaciais no Brasil tendo como meta a capacitação aos sistemas de telecomunicações e meteorológicos.

Telecomunicações espaciais

Está disseminada no meio espacial brasileiro a idéia de que telecomunicações é um assunto comercial. A verdade é que os investimentos mundiais provenientes de governos para pesquisa e desenvolvimento de telecomunicações espaciais avançadas são ainda muito significativos. No entanto, é verdade que a maior parte desses investimentos refere-se ao setor voltado à defesa, ou seja, governo-defesa. Entretanto, nada impede que um país emergente no setor espacial adote uma estratégia diferente, e invista em programas civis.

Os benefícios potenciais das telecomunicações espaciais ao país, dadas suas dimensões continentais e seu extenso e importante mar territorial são evidentes. O desenvolvimento deste “negócio” de forma adequada, além do saber especificar produtos e sistemas, é importante para o país. O país está desestruturado nesse setor e precisa de uma estratégia para o domínio das tecnologias de telecomunicações por satélites dentro dos próximos vinte anos, tanto no que se refere aos satélites como no que se refere ao lançamento de satélites geoestacionários.

Não é possível imaginar um programa espacial sem investimentos em telecomunicações. Além das aplicações em telecomunicações propriamente ditas,

essa tecnologia é fundamental em outras naturezas de satélites que envolvam altas taxas de transmissão de dados. Há ainda tecnologias correlatas com radiocomunicações, como o sensoriamento remoto com tecnologia radar. Missões experimentais envolvendo satélites de telecomunicações poderiam criar as condições estruturantes para o desenvolvimento das tecnologias relacionadas ao "negócio" de forma mais abrangente. Mesmo uma missão experimental representaria um enorme desafio à engenharia nacional. Isto porque deveria incluir tecnologias ainda não dominadas no país e, embora experimental, para o desenvolvimento dos sistemas aplicativos necessitaria atender tempo de vida mínimo da ordem de cinco anos com confiabilidade de 90%. Estes valores são muito aquém dos projetos comerciais de telecomunicações com tempos de vida projetados acima de dez anos, às vezes, quinze anos. Entretanto, já seriam bastante satisfatórios para missões de observação da Terra, incluindo as meteorológicas geoestacionárias.

Missões experimentais de comunicações deveriam ter como orientação o desenvolvimento de tecnologias básicas e também a busca da inovação. Deveriam incluir *transponders* de uso corrente nas bandas C e X, e, no entanto, deveriam incluir capacidade para comunicações móveis, ou, pelo menos, transportáveis nas bandas L ou S. Isto envolveria desafios como a abertura de grandes antenas no espaço com possíveis oportunidades de inovação em sistemas espaciais ou em tecnologias correlatas, como a dos materiais.

Um dos potenciais interesses de um satélite experimental de telecomunicações seria apoiar sistemas aumentados de navegação por satélites. E, para isso, a capacidade de comunicações móveis é importante, embora represente um enorme desafio tecnológico. Concomitantemente ao desenvolvimento do satélite, a ciência e tecnologia nacionais desenvolveriam esforços estruturantes em um sistema científico de monitoramento do clima espacial e navegação por satélites.

Observação da Terra

Diversos tipos de missões podem ser classificados nesta categoria, desde o sensoriamento remoto para observação da superfície, do mar (temperatura, salinidade etc.), a observação atmosférica, por exemplo, de medida de precipitação pluviométrica, até a observação meteorológica por satélite geoestacionário. Entretanto, é impossível a qualquer país atender com sistemas próprios todas suas necessidades. A cooperação internacional e a troca de dados entre os países são a tônica, principalmente, no que se refere aos satélites de monitoramento ambiental, de monitoramento do clima e de aplicações científicas de diversas naturezas.

O Brasil, com o CBERS e suas tecnologias de aplicação e de distribuição de dados, já pode ser considerado um player internacional nessa área. Considerados os investimentos dos satélites CBERS e Amazônia, o Brasil já investe, em relação ao PIB, mais do que a média do planeta. Isso se justifica devido às características brasileiras de dimensões territoriais, o interesse na Região Amazônica e a produção agrícola nacional. No entanto, esta concentração também mostra que as oportunidades de crescimento do setor espacial no país dependem da abertura de novos campos de aplicação. Talvez o programa

CBERS deva ser repensado para assumir natureza efetivamente operacional, que venha prover os dados de que o Brasil necessita para o monitoramento ambiental. Por exemplo, poder-se-ia considerar uma estratégia de utilização de constelações de satélites menores de baixo custo desenvolvidos pelo Brasil e pela China, com uma política cooperativa de troca de dados.

Ainda dentro do campo observação da Terra, o setor meteorológico merece atenção especial e um plano de desenvolvimento. É tecnicamente demonstrado que a qualidade da previsão meteorológica depende da combinação de dados de satélite em órbita baixa e geoestacionária. O Brasil pode participar cooperativamente de sistemas espaciais internacionais de observação meteorológica em órbita baixa. Em certa medida isto já ocorre, porque o Brasil tem buscado contribuir com o sistema *GPM – Global Precipitation Measurement*, e tem convivido com a colaboração com os Estados Unidos no fornecimento de imagens meteorológicas geoestacionárias dos seus satélites da série GOES. No entanto, essa cooperação tem sido sujeita a restrições diversas, condicionadas às condições meteorológicas no hemisfério norte ou à disponibilidade de satélites backup.

O Brasil, talvez em cooperação com outros países da América Latina, deveria nas próximas décadas implementar sistemas próprios de observação geoestacionária meteorológica e ambiental. Os custos para manter tal sistema operacional seriam significativos, sendo a cooperação internacional e satélites com tempo de vida prolongado condições necessárias para viabilizar um sistema desse tipo. A boa qualidade da meteorologia brasileira e os enormes benefícios que ela traz ao país podem justificar o esforço neste sentido. Novamente aqui o domínio tecnológico e o desenvolvimento de sistemas complementares aos satélites recomendam o desenvolvimento de uma primeira missão com caráter experimental.

Ciência espacial e do ambiente terrestre

As missões científicas voltadas à ampliação da fronteira do conhecimento, assim como aquelas voltadas à observação da Terra, oferecem uma oportunidade de cooperação internacional importante. O Brasil pode contribuir e beneficiar-se do esforço global nessa área. O Brasil possui singularidades e interesses específicos relativos ao clima espacial, já que nas regiões equatoriais são mais intensos os efeitos das bolhas e cintilações ionosféricas e, por conseguinte, sua influência nos sistemas de navegação é maior do que em outras regiões. Além disso, o Brasil tem uma comunidade científica de relevância internacional nestas áreas das ciências espaciais.

O desafio é desenvolver missões com objetivos ousados a custos aceitáveis à realidade brasileira. O desafio dos custos é ainda mais importante quando são considerados o lançador e os serviços nacionais de lançamento. Oportunidades de vôos como carga secundária poderiam reduzir o problema. Outros veículos para a carga útil científica podem ser considerados: foguetes de sondagem, balões e “caronas” em missões estrangeiras ou internacionais. De maneira geral, há necessidade de se estabelecer uma cadência em missões de natureza científica para estimular a participação de pesquisadores e, dessa forma, construir uma cultura científica e tecnológica na área espacial.

Os países já desenvolvidos em atividades espaciais utilizam missões tripuladas e missões não-tripuladas de espaço profundo para ampliar ainda mais suas capacidades e tornarem-se potências espaciais. Em uma escala realista, o Brasil pode conciliar um programa espacial científico com o desenvolvimento de capacidade própria de acesso ao espaço, ou seja, a capacidade de desenvolver lançadores, satélites e suas tecnologias associadas.

Propostas

Três propostas básicas devem nortear a revisão do programa espacial:

1) Programa estruturante geoestacionário

Iniciar um programa de satélites geoestacionários de aplicações. Lançar satélites geoestacionários a cada dois anos, alternando a cada quatro anos satélites de telecomunicações e meteorológicos, projetados para cinco anos de tempo de vida, de forma a ter um sistema experimental com operação continuada. Os satélites seriam convergentes tecnologicamente de forma a otimizar custos e tempo de desenvolvimento dos principais subsistemas e plataforma do satélite. Esse programa deve ser estruturante nos diversos segmentos envolvidos: base de lançamentos; lançadores; e satélites.

2) Programa operacional de observação da Terra

Desenvolver um sistema operacional de observação da Terra, utilizando conceitos de constelações de satélites de baixo custo, orientado às demandas brasileiras de dados ambientais. O sistema deve ser especificado com requisitos de qualidade e disponibilidade de serviços para atender às demandas nacionais e internacionais, e dessa forma contribuir com o esforço internacional e compartilhar dados do mundo inteiro.

Trazer o programa CBERS para dentro da realidade tecnológica e de recursos disponíveis, dando-lhe uma natureza operacional com os padrões necessários de qualidade e disponibilidade de serviços. A principal sugestão é reformular o programa migrando para o uso de constelações de satélites menores do que os atuais, com cada país desenvolvendo satélites completos, dentro de uma estratégia de operação conjunta e compartilhamento de dados.

3) Programa mobilizador de satélites científicos

Para mobilização do meio científico, tecnológico e industrial, dever-se constituir um programa de satélites que efetivamente desenvolvam ciências ou tecnologias. Missões com a liderança científica brasileira ou em cooperação de natureza científica para capacitação e avanço do conhecimento nas áreas ambiental, sistema Sol-Terra e astrofísica devem ser desenvolvidas. Este programa deve ter consistência e cadência para atrair interesse amplo da comunidade científica e industrial brasileira. Além dos satélites, o programa poderia incluir foguetes de sondagem e balões.

As missões poderiam incluir experimentos a exemplo daqueles dos

satélites GPM já citados. No entanto, necessariamente a comunidade científica brasileira deve ser envolvida em todas as etapas da missão. Neste contexto, a atual participação brasileira no GPM deveria ser revista para promover maior participação brasileira no campo científico. No formato atual, ela não se aplicaria neste programa.

Conclusão

A sociedade brasileira tem se beneficiado de numerosos *spin-offs* da tecnologia espacial oriundos quase exclusivamente do esforço internacional nas telecomunicações, dados meteorológicos, GPS e dados científicos. Entretanto, enormes benefícios ainda permanecem potenciais. Uma estratégia ampla e abrangente deve ser estabelecida para criar uma demanda consistente de satélites que estimulem a indústria nacional a participar do domínio de tecnologias de lançamento e de satélites.

Essa estratégia deve ser implementada por meio de uma política industrial que estimule a participação nacional nas missões operacionais e experimentais. Estas, por sua vez, precisam ser claramente definidas para evitar tanto missões operacionais com custos muito altos e baixa disponibilidade como missões experimentais com baixos resultados tecnológicos. As missões experimentais incluiriam missões científicas e de defesa na construção da estratégia de domínio tecnológico industrial.

Portanto, como estratégia adequada, propõe-se o estabelecimento de um plano nacional de atividades espaciais para os próximos vinte anos que teria por base:

- a constituição de um programa de satélites geoestacionários para a capacitação dos sistemas de telecomunicações e meteorológicos nacionais;
- um sistema operacional de observação da Terra por constelação de satélites; e
- um programa mobilizador de satélites científicos para mobilização do meio científico, tecnológico e industrial.

-o-

Acesso ao Espaço

Sempre use a palavra impossível com a maior cautela.
Wernher Von Braun

A característica mais importante na exploração dos recursos espaciais é a "visada global". Ela permite a exploração de recursos de comunicações, observações da superfície terrestre e navegação, não possíveis de serem feitos por outros meios e sem restrições de aspectos geográficos e geopolíticos. Os meios de exploração destes recursos são os satélites e as plataformas espaciais.

Inicialmente faz-se importante ressaltar o caráter global das trajetórias dos satélites em torno da Terra. Combinados os efeitos de movimento do satélite e da Terra, cada um deles cobre fração substancial da superfície terrestre ou mesmo o globo inteiro. A cobertura de um dado ponto da superfície terrestre pode durar desde alguns minutos, para órbitas de baixa altitude, até permanecer continuamente, para a órbita geoestacionária. Com a cobertura espacial ocorre algo semelhante. Para órbitas baixas a cobertura espacial, em cada instante, é de algumas centenas de quilômetros quadrados; para grandes altitudes, a cobertura espacial em cada instante se aproxima da metade da superfície terrestre.

Isto tem implicação importante para a exploração deste recurso. Dada a cobertura global, a carga de utilização de cada satélite é proporcional à superfície terrestre de interesse. Do ponto de vista da economia de recursos a situação ideal para cada operador é o acesso a usuários distribuídos em todo o globo terrestre. Por outro lado, para cada usuário na superfície terrestre interessa também o acesso a todos os recursos existentes, com vista a ampliar tanto a cobertura temporal, quanto o **alcance espacial.**

Historicamente a exploração dos recursos espaciais acima citados foi perseguida inicialmente pelo caráter estratégico de acesso aos meios de comunicação, de observação e de navegação em escala global. Outras aplicações de caráter comercial e científico se seguiram e em algumas décadas os recursos envolvidos em transações comerciais utilizando meios espaciais superaram largamente os recursos despendidos em aplicações estratégicas.

A natureza dupla de aplicações de caráter estratégico e de caráter econômico/comercial de recursos espaciais leva também a distinguir dois setores de atividade: um setor primário que atua na produção dos veículos lançadores, bases de lançamento e os satélites, e um setor secundário que atua na exploração econômica e comercial dos serviços proporcionados pelos satélites. No setor secundário a motivação dos agentes é o rendimento econômico proporcionado. Neste setor a exploração é disseminada por empresas e países de diferentes escalas econômicas e graus de desenvolvimento e há poucas restrições quanto à disseminação de tecnologia e equipamentos.

Já a exploração do setor primário é conduzida por, e assim se restringe a, um número pequeno de países com grande extensão territorial, economia de grande escala e interesses políticos e econômicos que abrangem grande parte da superfície terrestre. A atuação neste setor requer enorme dispêndio de recursos financeiros, capacidade gerencial e técnica, e persistência no alcance dos objetivos. A motivação principal para o engajamento dos países que dominam este setor é essencialmente de caráter estratégico. Além da exploração comercial do setor secundário, estes países utilizam os recursos espaciais também em seus sistemas de segurança e defesa, em geral preparados para atuação além do próprio território. Devido a este caráter estratégico, a disseminação de tecnologia neste setor é restrita e cada agente busca a maior autonomia possível.

Histórico e diagnóstico da situação atual

É possível distinguir duas gerações de veículos lançadores nos diversos programas espaciais existentes. A primeira geração teve forte herança dos mísseis intercontinentais desenvolvidos na corrida armamentista da Guerra Fria. Os veículos desta primeira geração utilizavam em grande parte propelentes estocáveis e sua capacidade de satelitização em órbita baixa era de aproximadamente 2% da massa total do veículo na decolagem. A segunda geração de veículos lançadores é caracterizada pela utilização de propelentes mais energéticos e por um melhor aproveitamento dos mesmos; e pela redução do coeficiente estrutural através do uso de materiais mais leves e resistentes. A capacidade de satelitização em órbita baixa desta geração mais que dobrou em relação à primeira, saltando para a faixa de 4 a 6% da massa total na decolagem.

Os programas com maior maturidade tecnológica já migraram seus veículos, em grande parte, para a segunda geração. Os programas mais recentes operam veículos de primeira geração e iniciam desenvolvimento de veículos de segunda geração.

O roteiro seguido em cada um dos programas atuais para o desenvolvimento de seus veículos lançadores foi bastante variado. Os pioneiros, os Estados Unidos da América e a Rússia (na época União Soviética), desenvolveram seus veículos de forma bastante independente.

A segunda onda de programas que lograram sucesso é formada por um consórcio de países europeus, representado pela Agência Espacial Européia (ESA), e pela China, Índia e Japão. A ESA resultou da união de esforços individuais de diversos países europeus e desenvolveu seus veículos também de forma autônoma. A China contou inicialmente com apoio técnico da Rússia, mas rapidamente buscou autonomia. A Índia seguiu uma trajetória de maior interação com programas mais avançados, adquirindo em diferentes épocas motores e insumos de produção de motores da França e da Rússia. A assimilação da tecnologia evoluiu para produção interna dos motores sob licença e depois por desenvolvimento autônomo. O Japão seguiu trajetória parecida com a da Índia, tendo como parceiro os Estados Unidos.

Mais recentemente a Coréia do Sul iniciou o desenvolvimento de seus próprios veículos lançadores. Para isso estabeleceu uma estreita parceira com a Rússia na forma de intercâmbio técnico de especialistas e aquisição de estágios inteiros para composição de seus veículos.

Os programas do Japão e da Coréia do Sul não satisfazem o requisito de interesses em grandes regiões territoriais. A maior motivação talvez seja de demonstração de capacidade tecnológica e manutenção de capacitação importante frente a conflitos latentes com países vizinhos.

Os programas em andamento na Coréia do Norte, Irã e Israel são motivados em grande parte pelas aplicações relacionadas à segurança e defesa ou potencial dissuasivo. Em diversos graus, lograram já lançar pequenas cargas ao espaço.

O Brasil iniciou seu programa de lançadores junto com os países da segunda onda. Até o presente foram realizadas duas tentativas de lançamento do seu veículo lançador de satélites (VLS), sem, no entanto, lograr sucesso.

Nesse contexto é importante ressaltar que revisões técnicas realizadas, que contaram com a colaboração de especialistas estrangeiros, não detectaram inviabilidade técnica inerente à concepção ou projeto do veículo brasileiro testado. Entretanto a análise de riscos de falhas associadas ao número elevado de eventos durante o vôo torna patente a dificuldade de se reduzir a probabilidade de falha de missão com esse tipo de veículo a um valor aceitável, ou seja, inferior a 10%.

Uma das propostas mais freqüentes prega a substituição dos veículos descartáveis utilizados atualmente no mundo por veículos capazes de realizar múltiplas viagens, nos moldes dos outros meios de transporte terrestre. Para viabilizar esta proposta os veículos passariam a utilizar o meio atmosférico como agente propulsivo. Entretanto são poucos os avanços realizados ou vislumbrados para superar os obstáculos apresentados pelas elevadas cargas térmicas e dinâmicas associadas ao perfil de trajetória de ascensão e retorno à Terra para este tipo de veículo.

De fato, os custos envolvidos na construção e operação de foguetes são comparáveis aos custos de um avião com dimensões equivalentes. O problema é de ordem econômica, visto que um foguete é utilizado apenas uma única vez. Um veículo reutilizável, com o mesmo envelope de missão, terá seu custo de produção acrescido de pelo menos uma ordem de grandeza. O ritmo de missões atuais deveria ser multiplicado pelo mesmo fator para tornar o custo destes novos veículos compatíveis com os custos dos veículos atuais. Considerando as dificuldades técnicas envolvidas e os fatores de escala econômica, é razoavelmente seguro prever que tais meios não se materializarão num prazo inferior a 30 anos.

Tanto os Estados Unidos quanto a Rússia desenvolveram veículos parcialmente reutilizáveis; o *Space Shuttle* e o *Energia/Buran*. Os Estados Unidos estão “aposentando” o *Space Shuttle* após mais de duas décadas de operação. O custo unitário por missão deste veículo, estimado em um bilhão de dólares, é quase dez vezes superior ao custo de missão equivalente realizado por um veículo descartável. A Rússia abandonou seu sistema após apenas dois lançamentos.

Outra proposta igualmente recorrente é a miniaturização de veículos e satélites, nos moldes do que ocorreu com os equipamentos e componentes eletrônicos, uma indústria que se desenvolveu em paralelo com os veículos

espaciais e satélites e com grande aplicação nestes.

Em primeiro lugar cabe notar que a vantagem de escala observada nas áreas de produtos eletrônicos industriais e de consumo não se aplica da mesma forma à área espacial. A demanda por produtos espaciais é limitada. Veículos lançadores e satélites continuam a ser produzidos como unidades individuais, muitos deles com nomes próprios.

Do ponto de vista tecnológico, uma análise do escalonamento dimensional de veículos lançadores mostra que a redução do tamanho do veículo é acompanhada de uma correspondente redução de desempenho.

O desempenho de um veículo, medido pela razão entre a massa satelizável e a massa bruta do lançador na decolagem, é determinado pelos seguintes parâmetros: impulso específico, coeficiente estrutural e coeficiente balístico. Todos estes parâmetros se deterioram com o escalonamento para dimensões menores. O resultado é que a fração de massa satelizável (em órbita baixa), da ordem de 4% para um veículo com massa bruta de cem toneladas, torna-se nula para um veículo com massa bruta abaixo de trinta toneladas. As razões para esse comportamento são em grande parte determinadas por leis da Física e há pouca coisa que possa ser minorada por avanços tecnológicos. Do ponto de vista econômico, por outro lado, o escalonamento dimensional para baixo não reduz significativamente o custo do veículo. A razão principal para isto é que o custo pode ser modelado como a soma de duas parcelas: uma associada à infraestrutura, mão de obra e custos fixos em geral; a outra, associada a materiais. A primeira parcela constitui mais de 90% do custo total e varia muito pouco com o tamanho do veículo. A segunda parcela varia de forma aproximadamente linear com o tamanho do veículo. O resultado final, dessa forma, é que o escalonamento dimensional para baixo reduz substancialmente o desempenho do veículo sem redução equivalente no custo.

Sustentabilidade Técnica e Econômica

Conceitualmente as missões espaciais a serem conduzidas devem ditar o ritmo do programa. Entretanto deve também ser considerado que a sustentabilidade técnica e econômica do segmento de veículos, base de lançamento e suporte à operação de lançamento passam a ser preponderantes à medida que o ritmo se torna muito baixo. O primeiro nível a ser observado é o limite de sustentabilidade técnica.

O patamar mínimo de um programa espacial, tanto no que se refere à implantação do programa propriamente dita quanto da operação e evolução do mesmo, é o patamar de sustentabilidade técnica.

Do ponto de vista de recursos humanos, a sustentabilidade diz respeito à formação de massa crítica de pessoas que possibilite gerar e manter competências de pesquisa, desenvolvimento, produção e operação de veículos lançadores.

Também, a aplicação de metodologias de documentação extensiva das atividades é essencial para a preservação do conhecimento e técnicas.

A experiência dos diversos programas espaciais no mundo mostra que, para superar a complexidade do problema global e dificuldades técnicas de grande parte das tarefas envolvidas, é necessário que seja estruturada equipe com algumas centenas de engenheiros, cientistas e administradores altamente qualificados e motivados. No entanto, a intensidade de aplicação desses recursos humanos é de grande importância, visto que lacunas em áreas de conhecimento, e descompassos em andamentos de tarefas interdependentes podem tornar avanços muito lentos, inibi-los ou mesmo revertê-los em retrocesso.

Portanto, a sustentabilidade técnica está associada à formação e retenção de equipes técnicas capazes de realizar as tarefas em patamares mínimos de segurança e desempenho. Em um ritmo muito lento de desenvolvimento, a equipe pode ficar desmotivada e a manutenção das pessoas nos projetos ficar prejudicada, caso os resultados demorem a ser atingidos, o que acarreta evasão de competências e gera necessidade de novas contratações.

O segundo patamar é o da sustentabilidade econômica. Este patamar está associado à utilização eficiente dos recursos humanos e técnicos, uma vez garantido o patamar de sustentabilidade técnica.

Roteiro para o acesso ao espaço

It´s trivial to build a rocket.
It´s incredibly difficult to build a rocket that goes to orbit.
Elon Musk, SpaceX

Duas propostas de roteiro de acesso ao espaço para o programa espacial brasileiro são apresentadas e discutidas a seguir.

A primeira proposta baseia-se em uma evolução progressiva do projeto de veículo lançador de satélites ora em curso no país (VLS), com a incorporação de estágios a propelentes líquidos e futuras combinações de estágios líquidos e sólidos com incremento do envelope de lançamento em termos de massa satelizável e tipos de órbita a alcançar. Esta proposta espelha-se de certa forma na trajetória do programa indiano. Nessa alternativa, cada veículo intermediário atenderia uma faixa no envelope de missões, viabilizando e demonstrando condições para prosseguir para a etapa seguinte.

Essa primeira proposta pressupõe que haja um número crescente de missões envolvendo satélites de pequeno e médio porte lançados por veículos dedicados. As principais vantagens nesse caminho são os sucessos intermediários que serviriam para motivar as equipes, permitiriam eventuais correções no programa, muito freqüentes em projetos de longo prazo, bem como exigiriam recursos humanos e financeiros de forma gradativa.

A proposta do Programa de Veículos Lançadores Cruzeiro do Sul apresentada pelo CTA (hoje DCTA) em outubro de 2005, e amplamente divulgada[1], inserindo-se exemplarmente no contexto dessa proposta, considera o desenvolvimento de cinco veículos lançadores para atendimento de missões espaciais de pequeno, médio e grande porte. Nesse programa a família de

[1] Paulo Moraes Jr. et alli, "An Overview of the Brazilian Launch Vehicle Program Cruzeiro do Sul", 57th International Astronautical Congress, IAC 2006-D2.1.08, Oct, 2-6, 2006, Valencia, Espanha..

lançadores propostos prevê a inteira comunalidade de estágios em todos os veículos.

A segunda proposta prega uma bifurcação imediata do programa de veículos lançadores, com a introdução e consolidação de um novo projeto voltado para o desenvolvimento de um veículo de porte médio, capaz de atender a uma grade razoável de missões de caráter estratégico para o país.

O primeiro veículo contemplado nessa proposta atenderia um envelope de missões cobrindo massas satelizáveis de 1 a 4 toneladas em órbita baixa e incrementos de velocidade de 9 a 12 km/s. Com este envelope seria viabilizada a realização de uma grade de missões que atendem os objetivos estratégicos do programa e permitem avançar a tecnologia e exploração de missões com apelo comercial e sustentabilidade econômica. O primeiro vôo desse veículo seria realizado num prazo de 8 a 12 anos, dependendo do grau de acesso a tecnologia e assistência técnica externa e da intensidade de aplicação de recursos internos.

Uma vez realizado o primeiro lançamento com sucesso, os recursos humanos e infraestrutura física de desenvolvimento envolvidos seriam progressivamente redirecionados para um veículo de geração avançada ampliando o envelope de cargas satelizáveis para a faixa de 6 a 8 toneladas em órbita baixa e incrementos de velocidade de 9 a 15 km/s. Este veículo realizaria o primeiro vôo num horizonte de 18 a 20 anos. Com este envelope de missões será possível atender às demandas de caráter estratégico e estará também aberta a possibilidade de exploração comercial dos recursos espaciais.

Uma cooperação externa poderá encurtar significativamente o prazo de desenvolvimento e reduzir os riscos do programa, com a ressalva de que o saber fazer seja alcançado, para que o país se torne gradativamente independente. Entretanto não deve ser descartada a possibilidade de um desenvolvimento interno em caso de dificuldades intransponíveis de acordo de cooperação externa. Deve também ficar claro que a cooperação técnica externa nesta área envolve negociação política delicada e requer posicionamento claro e previsível do país no cenário mundial.

É importante ressaltar que esta alternativa não prega o abandono dos avanços obtidos em motores a propelentes sólidos até o presente. Será acentuado o seu caráter de plataforma tecnológica, visto que a propulsão sólida tornou-se tradicional no Brasil, e é recomendável que o desenvolvimento e a aplicação desta tecnologia sejam permanentemente exercitados, pela sua vasta gama de aplicações.

Conseqüentemente, o desenvolvimento, produção e operação de foguetes de sondagem devem permanecer no âmbito da Atividade Espacial do Brasil, pelas razões principais que se seguem:

- Treinamento das equipes: tanto os campos de lançamento quanto as equipes de integração e operação se mantêm hábeis pela operação de foguetes menores. Os membros mais novos podem ser treinados nos foguetes de sondagem antes de passarem a atuar nos lançadores de satélites. Isto vale para técnicos dos órgãos governamentais e das empresas envolvidas;
- Missões precursoras de sistemas espaciais: experimentos e

equipamentos a serem embarcados em satélites podem ser avaliados em vôos suborbitais.

- Popularização do acesso ao espaço: os foguetes de sondagem podem ser utilizados para captar a atenção do meio estudantil para a Atividade Espacial de forma participativa e educativa.
- Manutenção da competência neste tipo de atividade nas organizações já detentoras da infraestrutura e do saber fazer.
- Apoio à pesquisa nas áreas de física da atmosfera, microgravidade, reentrada e outras de interesse nacional e estrangeiro. A atividade mantém habilidades necessárias aos lançadores de satélites.

Para atender às demandas citadas acima, e visando tornar essa ação mais atraente para uma forte participação industrial, deverá ser estabelecida uma cadência de lançamento de dois a três veículos de sondagem por ano por um período de dez anos. As missões a serem atendidas com esses veículos seriam objetos de chamadas de oportunidade para os diversos agentes envolvidos no programa, incluindo universidades, instituições científicas, empresas e parceiros industriais.

Com respeito aos veículos lançadores de satélites a cadência de lançamentos seria ditada pela necessidade da realização de vôos tecnológicos e de qualificação, bem como pelo atendimento de missões espaciais brasileiras já estabelecidas ou a serem estabelecidas por intermédio de estímulos juntos aos usuários em potencial, tanto no Brasil como no exterior.

Marcos importantes a serem cumpridos no desenvolvimento dos veículos lançadores:

- Definição do combustível a ser utilizado nos motores principais:

  Embora existam alternativas para o par combustível a ser utilizado, o emprego do par querosene–oxigênio líquido é o recomendado, porque é pouco tóxico, tem eficiência aceitável, tem ampla disponibilidade e baixo custo, e conta com uma boa gama de motores já desenvolvidos em outros países. Embora os pares estocáveis tenham seus méritos, os países detentores de tecnologia espacial vêm abandonando esta solução em função dos riscos de contaminação ambiental associados. Quanto aos motores, o grande número de motores já desenvolvidos na Rússia permitirá encontrar a solução para o veículo desejado.

- Insumos necessários e decisão sobre quais seriam desenvolvidos no país e quais seriam adquiridos no exterior:

  Há itens para os quais o Brasil tem apresentado grande dependência externa, tais como sensores, equipamentos eletrônicos de bordo (aviônicos), pirotécnicos de alta confiabilidade, materiais a base de carbono (fibras e tecidos de carbono e blocos de carbono-carbono), e componentes eletrônicos. Desenvolver ou continuar adquirindo do exterior ? Essa é uma questão a ser discutida e resolvida com brevidade.

- Especificação, projeto, construção e aceitação da infraestrutura de

ensaios, integração, transporte e lançamento:

O investimento em infraestrutura é maior que aquele empregado no desenvolvimento dos foguetes, e envolve: bancos de prova de motores, meios de ensaios ambientais (vibração, temperatura, vácuo, eletromagnético); prédios de estocagem e de integração, torres de lançamento, meios de transporte de superfície e aéreo.

- Equipes técnicas:

  As atividades de desenvolvimento dos veículos lançadores demandam equipes técnicas com alta especialização adquirida ao longo de anos de experiência. É imprescindível, portanto, um planejamento de longo prazo para a utilização eficiente destes recursos. Como parte deste planejamento, é imprescindível que a carteira de projetos considere a disponibilidade das equipes e a necessidade de preparação das mesmas. Um ritmo muito lento de missões tende a gerar ociosidade de equipes especializadas (tarefas específicas de engenharia, ou operação de equipamentos dedicados) ou alargar muito a faixa de atuação de equipes.

- Lançamentos e Planejamento de Missões:

  A quantidade de lançamentos é importante para o planejamento das missões, sendo que estas deverão levar em consideração o cronograma de desenvolvimento dos veículos. O planejamento das missões poderá ditar o ritmo a partir de uma situação que garanta sustentabilidade técnica e econômica por parte do veículo.

- Portfólio de Missões:

  Uma ou duas missões anuais é o mínimo para a sustentabilidade técnica de um programa espacial. Três a seis missões anuais aproximam o programa do equilíbrio na utilização dos recursos, na retenção de capacitação e capacidade de acompanhamento de avanços realizados por outros programas. Um ritmo maior de missões passa ser atraente para atuação comercial. A demanda por missões passa a ditar o ritmo de produção de veículos.

Conclusões

As considerações apresentadas neste documento levam às seguintes conclusões:

- A motivação principal para o programa espacial brasileiro é o caráter estratégico representado de uma forma geral pela exploração dos recursos espaciais em comunicações e observação da Terra para fins de segurança, defesa e governo, e aplicações de interesse e com benefícios para a sociedade brasileira.
- O foguete a propelente químico continuará sendo o meio de acesso ao espaço nas próximas décadas.
- A sustentabilidade técnica requer um ritmo mínimo de produção e lançamento de um veículo por ano.

- A sustentabilidade econômica é obtida à medida que o ritmo de produção e lançamento passa de uma a duas missões para um ritmo de quatro a seis missões anuais. Este crescimento pode ser obtido com incrementos pequenos dos recursos humanos e infraestrutura em relação ao patamar mínimo de sustentabilidade técnica.
- Vencido o patamar de sustentabilidade econômica abre-se a perspectiva de operações com retorno comercial.
- Há uma janela de oportunidade para que o Brasil participe de forma competitiva no acesso ao espaço com veículos que atendam a uma grade significativa de missões que satisfaçam interesses estratégicos do país.
- O envelope de missões dos veículos deve atender ao transporte de satélites de até quatro toneladas em órbita baixa e órbita de transferência geoestacionária. Este envelope de missões permite a realização de missões de observação (científicas, sensoriamento remoto, meteorológicas, etc.) e de comunicações.
- O prazo para o início de operação do primeiro veículo pós VLS não deve ultrapassar cinco anos.

A abordagem do tema “Acesso ao Espaço” se concentrou nos aspectos da sustentabilidade e no roteiro para acesso ao espaço. Estes temas são centrais para o momento e para os objetivos do Programa Espacial Brasileiro no que tange à sua sustentabilidade e cada um de seus componentes.

Quanto à forma de acesso ao espaço, foram identificadas duas linhas de ação que não são necessariamente excludentes. Uma prioriza o atendimento a missões que visam tornar o país independente no lançamento de satélites de comunicação e de sensoriamento. A outra prevê progressão na forma de chegar ao mesmo objetivo. Cabe agora avaliar e discutir as alternativas apresentadas, contribuindo assim na decisão do que e como fazer, em debates de alto nível governamental.

-o-

Recursos

Recursos Físicos

Relação entre os meios físicos e o ciclo de vida de uma missão espacial

Programas Espaciais sempre exigem extensos meios físicos para o seu desenvolvimento. Os meios físicos necessários mudam de acordo com as missões escolhidas e ao longo do ciclo de vida dessas missões, o que leva a uma grande variedade de meios que devem ser permanentemente mantidos e atualizados. O desenvolvimento de missões espaciais, em qualquer um de seus segmentos fundamentais (espacial, de lançamento e de solo) obedece a um ciclo de vida padronizado, que pode englobar as seguintes fases:

- Fase **0** (Zero): Análise de Missão / Identificação de Necessidades
- Fase **A**: Análise de Viabilidade
- Fase **B**: Projeto Preliminar
- Fase **C**: Projeto Detalhado
- Fase **D**: Qualificação e Produção
- Fase **E**: Operação
- Fase **F**: Descarte

Cada uma das fases de um projeto espacial apresenta demandas por meios físicos diferenciadas, que em resumo podem ser assim descritas:

- **Fases 0, A e B**: são fases de estudos preliminares, que demandam os meios típicos dos escritórios de engenharia, hoje fortemente apoiados por sistemas computacionais para o desenvolvimento de projetos estruturais, elétricos e eletrônicos, projetos térmicos, desenvolvimento de software, análise de missão, determinação de confiabilidade, etc. Também se faz essencial o apoio computacional para a comunicação entre equipes; para o gerenciamento dos projetos e para controle da configuração. O ambiente de projetos também demanda acomodações adequadas para as equipes, infraestrutura para reuniões, arquivamento e apoio administrativo. O produto final dessas três fases são projetos preliminares de satélites, lançadores ou sistemas de solo, que antecedem o início de sua efetiva materialização.

- **Fase C**: esta fase repete as necessidades das fases anteriores, com o acréscimo da demanda por laboratórios para desenvolvimento e meios de produção industrial. Também surge a demanda por meios de teste para a realização de ensaios em modelos de engenharia ou de qualificação. O produto final são projetos detalhados e uma variedade de modelos necessários para o desenvolvimento de cada missão.

- **Fase D**: as mesmas anteriores, somadas de instalações industriais de maior porte para manufatura, estocagem, recebimento de partes e materiais, integração, realização de testes funcionais, elétricos, e ambientais. Dessa fase resulta o modelo de vôo pronto, assim como todo o aparato necessário para sua manipulação, armazenamento e transporte.

- **Fase E**: no que ser refere ao lançamento, a infraestrutura é suprida pela organização lançadora, o que inclui portos, aeroportos, estradas de ferro e de rodagem preparados para o recebimento das partes do lançador e dos satélites a serem lançados. Também inclui a infraestrutura para estocagem de partes do foguete e do combustível, movimentação, integração e testes do veículo lançador, assim como para a preparação final, abastecimento e montagem no foguete do(s) satélite(s) a ser(em) lançados. Completada a etapa de lançamento, tem início a fase de utilização do satélite, que para ser conduzida demanda recursos físicos de solo capazes de controlá-lo (centros de controle que realizam as funções de telemetria, telecomando e rastreio), assim como para planejar a operação das cargas úteis e tratar os dados transmitidos para a terra, tarefa realizada pelos centros de missão. Estes últimos variam substancialmente de acordo com as missões.

- **Fase F**: no caso de satélites, esta última fase cuida do encerramento da missão. Para ela são necessários recursos de análise e simulação semelhantes aos utilizados nas fases iniciais da missão, mais os recursos do centro de controle de satélites, eventualmente expandido para atender a requisitos de ampliação dos períodos de visibilidade.

Demandas atuais e futuras

O Programa Espacial Brasileiro deverá, ao longo dos próximos vinte anos, desenvolver missões satelitárias e de lançadores nas categorias propostas no item anterior neste documento, e novamente mencionadas a seguir para relacioná-las com suas respectivas demandas por infraestrutura física.

Sensoriamento Remoto do tipo óptico (Ex.: satélite da série CBERS e Amazônia): estas séries de satélites constituem hoje o cerne do programa espacial no tocante a satélites. A infraestrutura hoje existente no INPE e nas empresas por ele contratadas cobre as necessidades fundamentais para o desenvolvimento dos subsistemas hoje produzidos no Brasil. Dentre as necessidades ainda não inteiramente satisfeitas destacam-se as de um laboratório para o desenvolvimento de sistemas de controle de atitude, e de um ambiente para a verificação e validação de softwares de bordo e solo. Quanto aos centros de controle e de missão, os meios necessários deverão ser uma modernização dos que hoje já existem, não havendo uma alteração substancial em seus requisitos.

Sensoriamento Remoto do tipo radar (Ex.: MAPSAR): estas missões são o próximo passo das missões de sensoriamento remoto nacionais, cujo objetivo será complementar as do tipo óptico. O desenvolvimento de sua plataforma deverá ser em boa medida baseado nas plataformas já existentes, semelhante em porte à que hoje equipa os satélites da série CBERS, para as quais a infraestrutura existente atende a parcela substancial da missão. No entanto, o maior desafio para esta missão está no desenvolvimento da carga útil, constituída

por módulos eletrônicos e por antenas radar do tipo planar ou flexível. Quanto aos centros de controle, estes deverão ser em muito semelhantes aos que atendem às missões de sensoriamento remoto ópticos. Os centros de missão deverão ser estruturados para atender às peculiaridades das missões radar, particularmente no que ser refere às demandas por armazenamento e processamento dos dados coletados em órbita.

Ambientais (Ex.: GPM-Br, SABIA-mar): estas missões cobrem uma faixa intermediária de necessidades situada entre as de sensoriamento remoto e as meteorológicas convencionais. Nestes casos as plataformas poderão ser de porte intermediário, semelhantes à que deve equipar os satélites da série Amazônia, ou de maior porte, semelhante à que equipa os satélites da série CBERS. Nos dois casos, a infraestrutura existente já atende a parcela significativa das necessidades das missões. Também para elas o maior desafio recai no desenvolvimento das cargas úteis, caso de instrumentos do tipo radiômetro, como o que deverá equipar o satélite GPM-Br. Assim como nos casos dos satélites de sensoriamento remoto, os sistemas de controle não deverão ser substancialmente diferentes. Os centros de missão terão um caráter mais modesto, podendo no limite ser do tipo monousuário, sem grandes demandas por armazenamento, processamento e distribuição de dados brutos ou produtos mais elaborados.

Científicas (Ex.: Lattes): missões científicas são usualmente únicas, atendendo a um conjunto singular de requisitos. No caso brasileiro, as missões do gênero deverão explorar temas associados à física de altas atmosferas. Neste caso também, enquanto as necessidades das plataformas estão razoavelmente satisfeitas, os maiores desafios recaem no desenvolvimento, fabricação, integração e testes de cargas úteis de várias naturezas, cada uma podendo requerer um conjunto único de meios. Neste caso os centros de controle e missão deverão ter características em tudo semelhantes aos dos requeridos pelas missões ambientais.

Coleta de Dados (Ex.: série SCD-Avançado): trata-se da continuidade da missão dos primeiros satélites brasileiros, com o acréscimo de alguns avanços, particularmente na forma de um *transponder* de carga útil mais moderno, e de uma plataforma miniaturizada. A infraestrutura necessária não deverá impor requisitos novos à já existente, com a exceção da demanda pela compactação dos sistemas eletrônicos de bordo. Os sistemas de solo, para controle e missão, serão em tudo semelhantes às que hoje atendem aos satélites SCD, a menos das necessárias modernizações.

Telecomunicações (a serem definidas): quaisquer que sejam as missões a serem definidas, elas trarão um grande impacto em termos de meios físicos, devido tanto à natureza de suas partes, quanto ao porte dos satélites a serem desenvolvidos. Sob o ponto de vista da natureza, a demanda virá na forma de meios para o desenvolvimento e teste das cargas úteis de comunicação (*transponders* e antenas). Para tanto serão necessários câmaras blindadas anecóicas dotadas de campos de antena do tipo próximo. Sob o ponto de vista do porte, torna-se necessário ter meios para testar, em uma matriz de testes ambientais completa (vibração, térmico em vácuo, interferência e compatibilidade eletromagnéticas e propriedades de massa) de satélites com porte entre três e quatro toneladas. Para estas missões também os centros de controle e de missão

deverão atender a lógicas distintas daquelas requeridas para os satélites listados anteriormente, todos de órbita baixa. Neste caso as antenas de rastreio deverão ser dedicadas. Não existe a figura de um centro de missão único, existindo sim sistemas modulares de transmissão e recepção que poderão ser distribuídos a todos os eventuais usuários.

Meteorológicas (a serem definidas): também neste caso a demanda por meios físicos será significativa, a imagem do que deve ocorrer com os satélites de comunicação, embora em escala um pouco menor. A massa deverá estar na faixa de duas a três toneladas, e as cargas úteis serão o item que deverá impor a maior demanda por meios de desenvolvimento e teste. Também neste caso, os centros de controle deverão ser dedicados, supondo satélites do tipo geoestacionário. A diferença da missão anterior recai no centro de missão, que também será único.

Lançadores de satélites

De uma formal geral, e considerando a necessidade de desenvolvimento e qualificação de propulsores a propelente sólido e líquido de médio porte, faz-se necessário modernizar e ampliar os meios existentes para atender os requisitos impostos por estes.

Ao iniciar o desenvolvimento de foguetes no país fez-se opção pelo uso de propelentes sólidos. Essa tecnologia foi desenvolvida ao longo de trinta anos e é hoje de amplo domínio pelo IAE. Portanto, é imprescindível que dela se continue fazendo uso e que propulsores já qualificados e outros a serem desenvolvidos sejam considerados no projeto de veículos lançadores de satélites futuros. Para continuidade de uso dessa tecnologia, são relacionadas a seguir as instalações necessárias para desenvolvimento de propulsores a propelente sólido que deverão compor estágios de veículos lançadores de médio porte:

- Usina de propelente sólido para atender uma produção de até 1.000 t/ano;
- Instalações para carregamento de propulsores a propelente sólido de dimensões de até 2 m de diâmetro e 8 metros de comprimento;
- Banco de provas de propulsores a propelente sólido com empuxo de até 3 MN;
- Infraestrutura fixa e móvel para manipulação e transporte de propulsores a propelente sólido de até 50 t, com medidas máximas de 2 m de diâmetro e 8 m de comprimento;
- Máquina de bobinagem de estruturas em material compósito para envelopes motores de até 2 m de diâmetro e 8 m de comprimento;
- Correspondentes instalações para ensaios mecânicos, estáticos e dinâmicos, e hidropneumáticos de propulsores de até 50 t;
- Equipamentos de ensaios de raio-x e ultra-som condizentes com as novas estruturas dos propulsores.

Objetivando reduzir a logística de transporte das novas estruturas e propulsores de maior porte que os atuais, torna-se evidente que estas novas instalações sejam implementadas próximas aos sítios de lançamento. Portanto, recomenda-se que todas as instalações relacionadas a: processo de preparação do envelope motor e colagem das proteções térmicas, preparação da proteção

térmica e carregamento propriamente dito, acabamento e estocagem, controle e prevenção de falhas, segurança e logística de transporte, sejam implantadas no entorno do futuro sítio de lançamento dos veículos lançadores de médio porte.

Considerando o estabelecimento de missões espaciais que exigirão o uso de veículos lançadores de desempenhos superiores ao atual VLS-1, propulsores a propelente líquido far-se-ão necessários na composição destes. Em se tratando de uma tecnologia ainda incipiente no país, apesar do razoável esforço que vem sendo empreendido pelo IAE (Instituto de Aeronáutica e Espaço), motores e seus dispositivos e componentes, banco de provas e instalações de carregamento, terão que ser adquiridos inicialmente de fornecedores de países já parceiros do Brasil em atividades anteriores e correntes (destaca-se aqui a Rússia como potencial fornecedor de motores a propelente líquido nas classes de desempenho de interesse). Não obstante, o Brasil não deve abster-se em desenvolver seus próprios motores, uma vez que é absolutamente desejável, não depender de fornecedores externos em item de tal importância para fabricação majoritariamente autônoma dos veículos.

Nesse contexto deve-se investir fortemente no desenvolvimento de estudos e projetos de propulsores a propelente líquido em conjunto com parceiro externo altamente qualificado, objetivando adquirir expertise em tempo hábil para atender o que é preconizado e proposto no tópico II do presente documento.

A política para os investimentos em meios físicos

Os investimentos requeridos por programas espaciais em meios físicos são enormemente variados no tempo, no local de instalação, em seu custo e em sua finalidade. A infraestrutura física está intrinsecamente associada às atividades de Pesquisa & Desenvolvimento fundamental, e ao ciclo de Desenvolvimento, Fabricação / Integração / Verificação / Validação / Testes, Lançamento e Operação de missões específicas.

Todos os investimentos em meios físicos criam um passivo institucional permanente, na forma de uma demanda constante por manutenção, modernização e recursos humanos. Uma vez feito o investimento, haverá um ônus permanente para o orçamento da instituição. Historicamente, as instituições envolvidas com o PEB formaram um patrimônio de laboratórios e outros meios físicos que ainda refletem as necessidades originais da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), que remonta aos anos 80.

Do lado do INPE, as modernizações incorporadas desde então são fruto do envolvimento com o programa CBERS, por se tratar de satélites de porte significativamente maior. Estas modernizações ocorreram principalmente no Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE, e na ampliação, também no INPE, da capacidade de seu centro de missão para atender à demanda imposta pela livre distribuição de imagens de sensoriamento remoto produzidas pelos satélites da série CBERS e de outras fontes.

Do lado do IAE pouco foi feito desde então, por não ter sido ainda possível completar o projeto original do VLS-1, nem ter sido estabelecido de forma clara um novo curso de ação.

Da parte dos centros de lançamento viu-se uma regressão, pois o CLBI

teve sua operacionalidade reduzida, e o CLA ainda não se recuperou dos danos causados pelo acidente com o terceiro protótipo do VLS-1 em 2003, nem teve materializados os investimentos planejados pela empresa binacional ACS.

Como conseqüência, vive-se em termos de meios físicos um processo de decadência material e de competências que afeta a maioria das instalações criadas nos anos 80 e 90. Cabe ressaltar que mais grave que a decadência material é a decadência, obsolescência ou simples desaparecimento por abandono ou aposentadorias dos recursos humanos, pois sem eles torna-se inútil o aporte de recursos orçamentários para a recuperação física das instalações.

A reversão do estado atual deverá ser regida por um novo paradigma que reconheça que um plano estratégico eficaz implica numa composição harmônica entre os meios físicos disponíveis nas organizações governamentais envolvidas e na indústria. Sem isso o envolvimento industrial será sempre tardio e incompleto.

A infraestrutura das organizações governamentais deverá ser desenvolvida em duas vertentes:

- Na primeira deve suprir os meios únicos necessários para atender aos ciclos de verificação, validação, qualificação e integração dos sistemas espaciais de forma universal, ficando disponíveis tanto para a demanda interna quando para a da indústria.

- Na segunda devem manter laboratórios em porte reduzido para atividades de desenvolvimento tecnológico (produtos e processos), particularmente de missões de pequeno porte (p. ex.: *Cubesats*) ou científicas. Isto servirá para (a) manter a proficiência da organização, (b) a mitigação de riscos por meio do amadurecimento de tecnologias inovadoras, (c) o treinamento de mão de obra.

Organizações governamentais deverão manter a infraestrutura fabril mínima necessária para atender a necessidades quotidianas dos seus laboratórios. Neste caso elas não devem competir com a indústria. Nas empresas, a infraestrutura deverá prover os meios requeridos para o desenvolvimento, fabricação e integração de produtos, particularmente em nível de equipamento e subsistemas. O financiamento para o estabelecimento desta infraestrutura poderá vir por meio de investimentos próprios, por contratos para o desenvolvimento de equipamentos ou por subvenções econômicas.

A infraestrutura do setor privado deverá ser posta em uso e mantida por meio de várias estratégias, tais como:

- Contratos para o desenvolvimento tecnológico preliminar, visando alcançar a maturidade tecnológica mínima (TRL) para sua futura incorporação em missões reais. Estes contratos podem ter origem tanto nas organizações governamentais desenvolvedoras de satélites e lançadores, quanto por meio de subvenções econômicas.

- Contratos para o desenvolvimento, fabricação e integração de equipamentos e subsistemas para missões nacionais ou internacionais, nos casos em que as empresas conseguirem se colocar como exportadoras.

A sustentabilidade deste sistema só será possível na medida em que as empresas buscarem seus nichos de competência, e que a política espacial

permita um fluxo regular de recursos e o planejamento de longo prazo. Para tanto, a legislação que disciplina as compras governamentais deve ser revista, pois com as limitações atuais é quase impossível ter uma política industrial adequada a este tipo de atividade. Devem ser autorizadas contratações em modalidades adicionais à de contrato único a preço fixo. Dentre as possíveis alternativas, poderiam ser citadas as que permitam:

- A contratação, por meio de processo competitivo ou não, de mais de uma empresa simultaneamente para produzir o mesmo trabalho, como é comum encontrar nas áreas espacial e de defesa de outras nações, particularmente para as fases preliminares de desenvolvimento de uma nova tecnologia. Tal mecanismo não constituiria um desperdício de recursos públicos, mas sim um incentivo à criação de oportunidades e competição. Neste caso, cabe ao Contratante estabelecer as regras para a condução do processo, promover a igualdade de competição entre as empresas envolvidas, garantir a preservação dos direitos intelectuais, exigir a comprovação dos recursos consumidos e impor indicadores que observem o investimento em infraestrutura, a aquisição de tecnologia, bem como o treinamento e a contratação de mão de obra para as atividades fim. O ciclo completo de desenvolvimento contemplaria um processo de "afunilamento" pelo qual um número maior, de até três empresas (por exemplo), poderiam ser contratadas para o desenvolvimento de estudos correspondentes às Fases 0-A, até duas empresas para a Fase B (até a PDR), seguido de uma única empresa para as Fases C (CDR) em diante.

- A contratação do tipo "*cost-plus*" nas fases de estudo prospectivo e preliminar de novos projetos (Fases 0-A ou 0-B). Esta modalidade deve ser seguida de contratações a preço fixo da Fase C (Fase de Projeto Detalhado) em diante. Esta passaria a ser a norma dos novos planos de implementação. Adicionalmente, a empresa que realizasse a fase preliminar também poderia concorrer para a fase seguinte, o que é hoje vetado por Lei, mas não poderia contar com o benefício da dispensa de licitação. O Contratante teria que assegurar que ao final da fase inicial a documentação preparada e entregue seja suficiente para que outras empresas assumam o projeto, pois a licitação da segunda fase utilizaria a documentação técnica da primeira como base para a concorrência.

- A contratação de empresa no papel de contratante principal, "*prime contractor*" com competência para assumir o desenvolvimento completo de satélites e lançadores.

- A contratação de empresas que possam assumir as atividades de centros de missão, como de processamento, arquivamento e distribuição de dados.

A recomendação para que empresas não invistam em meios físicos para a integração e testes em nível de sistema completo (para satélites e lançadores), advém do fato de que seria pouco provável, com a cadência de missões do programa espacial brasileiro, que qualquer empresa consiga manter esta infraestrutura ocupada, ou que consiga amortizá-la. No entanto, esta opção não inviabiliza a existência de empresa, ou empresas, com o papel de contratante principal.

Laboratórios e instalações de testes dedicados

Sob a perspectiva proposta na política de investimentos, caberia às organizações públicas manter, no mínimo, laboratórios e instalações com os seguintes objetivos:

a. Laboratório para Verificação e Validação de softwares de bordo e de solo (para satélites e lançadores).

b. Laboratório para Simulação, Verificação e Validação de sistemas de controle de atitude (para satélites), ou para guiagem, navegação e controle (para lançadores).

c. Laboratório para Integração e Testes (bancos de teste) de sistemas de propulsão a combustível líquido e sólido de pequeno a grande porte (para satélites e lançadores).

d. Laboratório para Montagem, Integração e Testes funcionais, elétricos e ambientais de equipamento, subsistemas e sistemas completos (para satélites e lançadores).

e. Laboratório para Ensaios Estruturais (para satélites e lançadores).

f. Laboratório para Ensaios Aerodinâmicos (túneis de vento para lançadores).

g. Bases de lançamento.

h. Centros de controle de satélites e infraestrutura de rastreio e comunicação.

i. Centros de missão de satélites.

j. Laboratórios de desenvolvimento de produtos e processos.

Os laboratórios de (a) a (f) seriam obrigatoriamente de uso compartilhado com a indústria, em base remunerada ou não. Sua presença nas organizações públicas teria como finalidade desonerar as empresas e manter, sob controle dos contratantes, o ciclo de ensaios que garantem a qualidade dos equipamentos encomendados junto à indústria. Os itens de (g) a (i) não seriam de uso compartilhado com a indústria. Poderiam eventualmente ser tema de contrato de gestão junto a empresas, que assim assumiriam a tarefa de uso e gestão da infraestrutura por um período determinado. O item (j) corresponde a laboratórios de menor porte distribuídos na estrutura departamental das organizações públicas envolvidas. Para todos os casos citados, também caberia às organizações governamentais a responsabilidade pelo provimento de mão de obra, seu treinamento e reposição, assim como a manutenção e modernização periódicas dos meios físicos.

Às empresas caberia desenvolver a infraestrutura de desenvolvimento e fabricação correspondente aos subsistemas e cargas úteis típicos de satélites e lançadores, dentre eles:

a. Estruturas e Térmica (para satélites e lançadores).

b. Telemetria, Telecomando e Rastreio (para satélites e lançadores).

c. Propulsão (para satélites e lançadores).

d. Gerenciamento de Bordo (para satélites e lançadores).

e. Suprimento de Energia (para satélites e lançadores).

f. Controle de Atitude (para satélites) e Guiagem, Navegação e Controle (para lançadores).

g. Cargas úteis satelitárias (a serem definidas pelas missões).

h. Sistema de solo para rastreio e controle (para satélites e lançadores).

A manutenção, modernização e provimento da mão de obra para manter o funcionamento desses laboratórios seria responsabilidade das empresas. Em casos eventuais, quando permitido pela Lei de Inovação, poderia haver o intercâmbio de recursos entre as empresas e as organizações públicas contratantes.

Recursos Humanos

Ao tratar da temática Recursos Humanos, o PNAE 2005-2014 apresenta o seguinte quadro para a quantidade de recursos humanos disponíveis, referentes ao ano de 2005[2]:

- AEB: 84
- INPE: 1.145
- DEPED (atual DCTA): 1.035
- Indústria: 873

O PNAE 2005-2014[2] reconhece a carência de profissionais nas áreas de materiais e processos, controle de atitude e órbita, sensores e atuadores espaciais, imageadores ópticos de alta resolução, radares de abertura sintética, nanotecnologias e propulsão líquida. Desconhece-se a fonte dos dados relativos ao DEPED (atual DCTA), mas naquilo que concerne às atividades espaciais a cargo do DCTA, a quantidade de especialistas civis destinada à vertente Acesso ao Espaço não chega a 700 especialistas, aí incluídos os do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) e Centro de Lançamento de Alcântara (CLA). A informação da existência de 873 profissionais lotados na indústria deve ser oriunda da Associação das Indústrias Aeroespaciais Brasileiras (AIAB), a qual representa um conjunto de empresas que se dedicam à área aeroespacial com ênfase, em função da demanda, à área aeronáutica.

O PNAE 2005-2014 estabelece algumas metas para o PEB, incluindo o lançamento de quatro VLS-1, dois VLS-1 B e dois VLS-2, a bordo dos quais seriam transportadas as cargas-úteis apresentadas na Tabela 1. Cinco anos depois do lançamento do PNAE 2005-2014 constata-se que nenhuma dessas missões foi realizada e sequer há previsões de que o sejam em um futuro próximo.

[2] Agência Espacial Brasileira. Programa Nacional de Atividades Espaciais 2005-2014: PNAE, Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 2005.

Tabela 1. Calendário de lançamento dos veículos nacionais (PNAE 2005-2014)[2].

Ano	Veículo	Carga-útil
2007	VLS-1	EQUARS (Satélite de Pesquisa da Atmosfera Equatorial)
2008	VLS-1 B	SSR-1 (Satélite de Sensoriamento Remoto)
2009	VLS-1	MIRAX (Monitor e Imageador de Raios X)
2010	VLS-1 B	GPM (Medidas Globais de Precipitação)
2011	VLS-2	GEO-1
2011-2012	VLS-1	Satélite Científico – 1
2013	VLS-1	Satélite Científico -2
2014	VLS-2	GEO-2

Manifestação importante relativa à importância da área espacial vem da Estratégia Nacional de Defesa, documento do Ministério da Defesa publicado em 2008[3]. Dentre as suas diretrizes destacam-se:

Uma comparação oportuna na área espacial se faz com a Índia, a começar por alguns dados sócio-econômicos dessas duas nações emergentes, apresentado na Tabela 2. Apesar de possuírem menos recursos que o Brasil, os indianos possuem mais de 20 satélites artificiais em órbita da Terra, enquanto o Brasil apenas dois. O SCD-1 e SCD-2, satélites de coleta de dados nacionais, lançados em 1993 e 1998, respectivamente, já cumpriram seus ciclos de vida e encontram-se muito próximos do fim de vida útil. Cem por cento das telecomunicações e transmissão de dados brasileiros são realizadas por meio de satélites estrangeiros. Os indianos, por outro lado, já enviaram missão não tripulada à Lua e já planejam o envio de um robô ao satélite artificial da Terra. Para tanto, a Índia investe um bilhão de dólares em seu Programa Espacial, enquanto o Brasil menos de um terço disto. No Programa Espacial Indiano trabalham 14.500 pessoas, 3/4 das quais com formação superior[4]. No PEB trabalham cerca de 2.000 especialistas civis, incluindo INPE, IAE (espaço), CLBI e CLA. Os indianos, cujo programa espacial começou junto com o brasileiro, parecem não ter dúvidas de que a melhoria na qualidade de vida do seu povo está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento tecnológico, do qual o espacial é exemplo ímpar.

Tabela 2. Dados comparativos entre Brasil e Índia[4].

País	**PIB (U$)**	**População**	**IDH/Posição**
Brasil	1,6 trilhões	194.000.000	0,813/75º
Índia	1,2 trilhões	1.200.000.000	0,612/134º

[3] Tecnologia e Defesa, Suplemento Especial "O que o Brasil busca no Espaço", no 20, 2010.
[4] Almanaque Abril 2010, Editora Abril, São Paulo, 2010.

Novamente cabe comparar os dados brasileiros com aqueles do Programa Espacial Indiano. A Figura 1 apresenta dados relativos aos recursos humanos e financeiros da *ISRO* (*Indian Space Research Organization*), enquanto a Figura 2 ilustra a quantidade e formação desses especialistas.

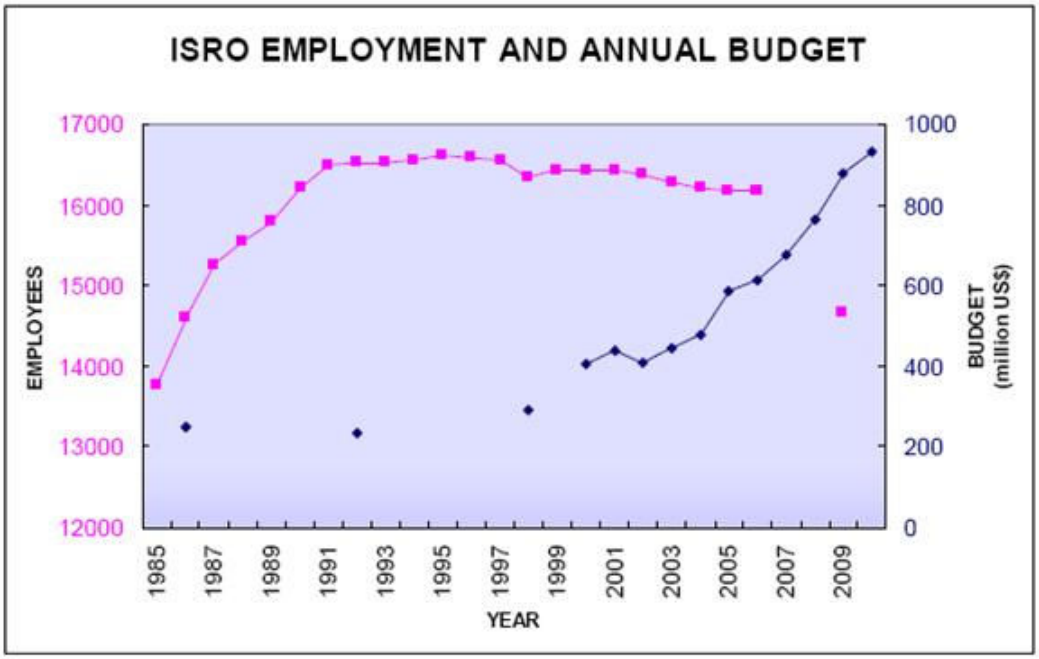


Figura 1. Evolução orçamentária e de pessoal do programa espacial indiano[5].

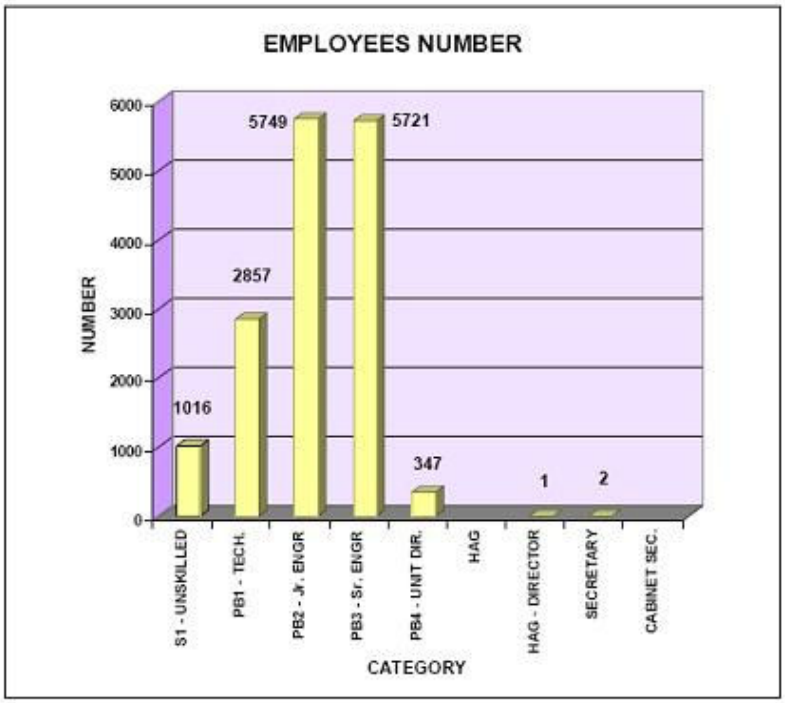


Figura 2. Perfil dos recursos humanos do programa espacial indiano[4].

[5] Jayanthi, U. B. Indian Space Research Organization. An Appraisal, Documento produzido para revisão do PNAE 2015-2030, 2009.

No item referente à formação e aperfeiçoamento de recursos humanos, somando-se 2008 e 2009, foram investidos cerca de quinhentos mil dólares pelo PEB.

Quadro Atual de Pessoal

O grande salto do PEB ocorreu na década de 1980, como conseqüência da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). Por isso, a grande maioria dos 2.000 especialistas que trabalham no IAE, INPE, CLBI e CLA foram contratados a partir de 1980. A eles, além de salários atrativos, era oferecida perspectiva profissional. A perspectiva de lançar foguetes e colocar satélites em órbita da Terra é fascinante em qualquer lugar do mundo, e não foi diferente no Brasil. A MECB visava o lançamento de um satélite nacional, a partir do território brasileiro, com um foguete aqui fabricado. Tudo isso deveria ser alcançado até o final da década de 1980. Apesar de importantes para uma nação como o Brasil, 30 anos depois, esses objetivos foram parcialmente atingidos. O primeiro satélite (SCD-1) foi lançado em 1993 por um foguete americano. O segundo (SCD-2), cinco anos depois, também pelo foguete Pegasus. Quanto ao veículo lançador (VLS-1), somente em 1997 foi realizada a primeira tentativa de lançamento, quando um dos motores do primeiro estágio não foi acionado, causando a perda do vôo. Dois anos depois, foi realizada a segunda tentativa de lançamento. Daquela feita houve a explosão do motor do segundo estágio, segundos após a sua ignição. A terceira tentativa de lançamento ocorreria em agosto de 2003. Infelizmente, a ignição intempestiva de um dos propulsores do primeiro estágio causou uma catástrofe que vitimou 21 técnicos civis que trabalhavam na integração do VLS-1 na Torre Móvel de Integração (TMI) do CLA. Desde então, inúmeras previsões sobre o lançamento de um próximo VLS-1 têm sido feitas. Teme-se, contudo, que tal não ocorrerá em um horizonte próximo. Além das razões de caráter técnico e financeiro, há de se considerar aquelas de origem organizacional, decorrente da administração de parte do programa espacial sob as regras de uma Organização Militar (OM), como são o caso do IAE, CLA e CLBI. Não menos importante é a limitada quantidade de especialistas destinada ao programa.

Ainda na década de 1980 o INPE deu início ao desenvolvimento de satélites junto com a China. Desse acordo resultou o lançamento de três satélites de sensoriamento remoto da série CBERS (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres): CBERS-1, CBERS-2 e CBERS-2B, todos lançados por foguetes chineses da série Longa Marcha. Atualmente não existe qualquer satélite CBERS em operação, devendo o próximo lançamento ocorrer em 2012. Até então as observações da Amazônia ficarão prejudicadas e serão feitas por satélites estrangeiros. Apesar da importância das imagens fornecidas pelo CBERS, cabe aos chineses boa parte dos recursos financeiros destinados pelo Governo brasileiro. Por falta de recursos humanos, o Brasil paga aos chineses para desenvolver parte das atividades que deveriam ser desenvolvidas aqui.

Os recursos humanos hoje existentes no Programa Espacial Brasileiro são 2/3 daqueles existentes no início dos anos 1990. Tal diminuição ocorreu por: aposentadorias, dois programas de demissão voluntária (PDV), opção pela iniciativa privada e diminuição no processo de admissão de novos especialistas. Desde 1994 foram realizados quatro concursos: 1995, 2002, 2004 e 2009 (servidores ainda não efetivados). Entre 1990 e 2007 ingressaram no DCTA (ITA,

IFI, IEAv, CLBA, CLBI e IAE) mil servidores. No mesmo período a evasão foi de 2.500 funcionários. A média de idade elevada dos especialistas (50 anos) aliada à ausência de recursos humanos novos capazes de absorver o conhecimento dos mais velhos levará, muito em breve, à perda de conhecimento no setor, perda esta que levará mais de uma década para ser reparada.

Por ocasião da temática "Institutos de Pesquisa" e Inovação: Novos Paradigmas, na 4a Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (CNCTI), ocorrida em Brasília no dia 28 de maio de 2010, a formação de recursos humanos foi apresentada como um dos itens a estrangular o setor. Quando ocorreu a discussão da temática Energia Nuclear (P&D, Atores, Cadeia Pública) foram apresentadas as seguintes dificuldades para aquele setor: capacidade tecnológica, recursos financeiros, Lei de Compras e Licitações (8.666) e idade média de 54 anos dos recursos humanos. A questão da elevada faixa etária dos servidores na área de Ciência e Tecnologia é grave. Em seu livro *Failure is not an option* (2001), Eugene Kranz, ex-diretor de vôo da NASA, relata que a média de idade dos seus subordinados que pousaram Armstrong e Buzz Aldrin em solo lunar era de 27 anos[6]. Ou seja, foram os adolescentes do Sputnik que levaram os americanos à Lua. Os próprios Armstrong e Aldrin tinham, em julho de 1969, 39 anos de idade. Além de piloto da força aérea americana e astronauta, Buzz Aldrin era Ph.D. pelo Massachusetts Institute of Technology. Foi lá, aliás, que ele desenvolveu vários dos procedimentos utilizados para as manobras espaciais do Projeto Apollo. Eugene Kranz tinha 35 anos de idade. Tais fatos parecem indicar a existência de uma idade média ideal para o desenvolvimento de programas de grande complexidade. Neste contexto, cabe aos mais novos conferirem ousadia e idealismo às suas atividades, cabendo aos mais velhos oferecerem prudência, experiência e visão. Prestes a completar 50 anos de existência, o Programa Espacial Brasileiro passa pelo seu momento mais crítico. Amadureceu sem que tenha oferecido os frutos dele esperados. A capacidade de realizações existente há dez anos era superior àquela existente hoje. Para retomá-la e colocar o PEB em trajetória ascendente, será preciso a contratação de 2.500 especialistas, distribuídos entre o IAE, CLA, CLBI e INPE, além da própria AEB, que deve ser reformulada. Caso contrário, o PEB atingirá o ponto de "não retorno", ou seja, ponto a partir do qual será necessário recomeçar da estaca zero.

A Evolução dos Recursos Humanos

Considerando-se que um dos principais obstáculos ao desenvolvimento do PEB é a qualificação do VLS-1, bem como o fato do acidente ocorrido em agosto de 2003 ter trazido à opinião pública fatos e dados oficiais[7], a ênfase da presente análise terá o VLS-1 como foco. Não há dúvidas, no entanto, de que a mesma análise pode ser aplicada à vertente Satélites e Aplicações.

Além do aporte de recursos financeiros, os idealizadores da MECB previram o aumento gradual dos recursos humanos para o desenvolvimento do VLS-1. Na Figura 3, a FASE 1 corresponde ao período que vai até a criação da COBAE (1971), enquanto a FASE 2 vai de 1971 até 1985. Nessas fases o programa contou com os recursos humanos necessários à sua condução e

[6] Kranz, G., Failure is not an option: mission control from Mercury to Apollo 13 and beyond, Berkley Book, 2000.

dezenas de lançamentos de foguetes de sondagem foram realizados, permitindo a formação de mão de obra qualificada e experiente. Na FASE 3, correspondente ao período da MECB e apresentada em detalhe na Figura 4, se observa um descompasso entre o número de especialistas necessários e aquele disponibilizado. Em 1990 este déficit atingiu a marca de 503 especialistas. A MECB reconheceu ainda a importância da formação de pessoal especializado, razão pela qual criou mecanismos que permitiram o envio de técnicos brasileiros ao exterior, onde desenvolveram especialização, mestrado e doutorado em instituições de excelência dos EUA e Europa.

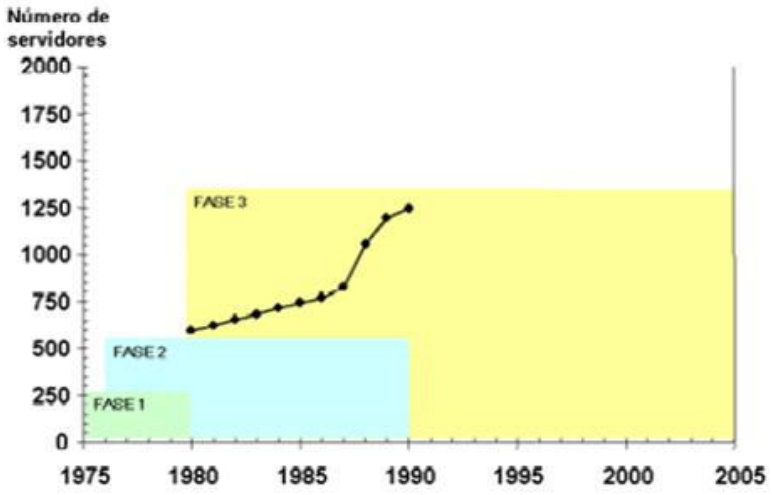


Figura 3. Planejamento de recursos humanos previsto pela MECB[7].

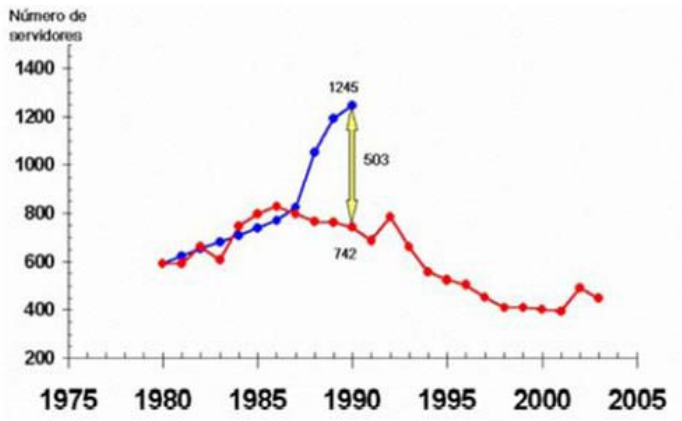


Figura 4. Déficit de recursos humanos aplicados ao VLS-1[7].

O Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), o terceiro componente da MECB, foi inaugurado em 1989, mas dele foram lançados apenas dois veículos

[7] Relatório da investigação do acidente ocorrido com o VLS-1 V03, em 22 de agosto de 2003, em Alcântara, Maranhão, São José dos Campos, Fevereiro, 2004. Disponível em <http://www.aeroespacial.org.br/aab/downloads.php>.

lançadores de satélites: VLS-1 V01 e VLS-1 V02. As outras operações de lançamento envolveram foguetes de sondagem e, mesmo assim, em uma quantidade inferior a uma dezena. Desde o acidente com o VLS-1 V03, em 2003, somente foram lançados do CLA três foguetes de sondagem: 2 VSB-30 e 1 Orion. Portanto, um servidor que tenha ingressado no CLA na década de 1980 se encontra em vias de se aposentar sem que tenha participado de mais de duas operações de lançamento do VLS-1. A situação do CLBI não é muito distinta, lá tendo ocorrido, desde 2003, o lançamento de dois foguetes de sondagem: 1 VS-30 e 1 Orion. Outras eventuais operações de lançamento ocorridas tanto no CLA quanto no CLBI pouco ou nada tiveram a ver com o PEB, mas sim com atividades militares.

No âmbito do IAE, as recomendações dos consultores russos (contratados pelo Comando da Aeronáutica) e as oriundas da Comissão de Investigação do Acidente do VLS-1 V03 trouxeram novos desafios. A experiência de dois lançamentos e a consultoria russa representa avanço em relação à situação de 1990. No entanto, muitos dos participantes das campanhas de 1997 e 1999 já não mais se encontram no IAE. Da mesma forma, a implantação de novas práticas de engenharia, bem como a realização de novos estudos, projetos, ensaios e vôos colocam uma carga adicional sobre aqueles envolvidos com o projeto, acarretando uma sobrecarga de trabalho para os técnicos e engenheiros mais experientes do programa. O fato é que muitos dos que ingressaram no PEB no início da MECB sofrem de um desestímulo, decorrente da dificuldade de perspectivas e do visível retrocesso de parte daquilo que já foi realizado. Estes especialistas deveriam ser os formadores dos mais novos, mas em muitas áreas eles já não estão presentes para formar equipes.

O efetivo militar alocado ao PEB possui boa formação e capacidade profissional. No entanto, sua prioridade é a vida militar, fato este não exclusivo das Forças Armadas brasileiras. Independentemente das atribuições que lhe são delegadas pelo PEB, o IAE, o CLA e o CLBI são Organizações Militares. O melhor aproveitamento deste efetivo militar, que pode ser valioso, se faria pelo exercício de suas habilidades técnicas nos projetos, desvinculadas das obrigações militares. Mas não é o que ocorre. A experiência brasileira demonstra ser inviável o desenvolvimento de um programa com longo tempo de maturação em uma estrutura organizacional cujas chefias mudam a cada dois anos. Não se trata de alijar os militares do desenvolvimento do PEB, uma vez que, naturalmente, eles são parte interessada em seu pleno desenvolvimento. Não será possível continuar o desenvolvimento do PEB sem tratar esta questão. É preciso desenvolver o programa do lançador de satélites sob a égide e comando civil, ainda que dele possam participar especialistas militares.

Em 1994 o Brasil decidiu pela criação da Agência Espacial Brasileira (AEB), à época subordinada à Presidência da República. A AEB assumiu o lugar da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE). A AEB surgiu em decorrência de pressões internacionais e do desejo do Governo brasileiro de reafirmar os propósitos civis do seu programa espacial. Apesar disso, o desenvolvimento dos veículos lançadores ficou nas mãos dos militares da Aeronáutica e, sob o ponto de vista orçamentário pouco mudou.

Corroborando com a queda de importância do PEB na agenda nacional, em 10 de janeiro de 2003, por meio do Decreto no 4.566, a AEB é desvinculada da Presidência da República e vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia.

Propostas

A avaliação da quantidade de recursos humanos necessários ao PEB depende fundamentalmente das metas que se pretende alcançar. No entanto, apenas para atender às demandas relativas aos trabalhos em desenvolvimento na vertente "Veículos Lançadores", estima-se a contratação de mil e quinhentos profissionais, a serem distribuídos entre o IAE, CLA e CLBI. Se por um lado, este número significa duplicar a quantidade atual de profissionais civis da área espacial, por outro, significa, dotar este segmento da quantidade de especialistas prevista pela MECB para o início dos anos 1990. Desde então, outras ações foram incorporadas à carteira de projetos da vertente Veículos Lançadores, novas práticas de engenharia foram incorporadas e vive-se a perspectiva bastante concreta de que metade do efetivo atual se aposente nos próximos cinco anos.

Propõe-se que os novos profissionais sejam incorporados ao quadro em um prazo de cinco anos, como forma de permitir à estrutura organizacional se adaptar a essa nova realidade. Vale ressaltar que a inclusão dessa mão de obra na estrutura organizacional vigente não resolverá o problema. Concomitante com a contratação de novos profissionais torna-se necessário alterar significativamente a estrutura organizacional. Não existe possibilidade de conduzir um programa de tal envergadura e complexidade no âmbito de uma Organização Militar. É preciso estabelecer uma estrutura organizacional que permita atender aos interesses de defesa nacional e aqueles relativos ao programa civil. Caso contrário, perpetuar-se-á o quadro atual, com baixo índice de realizações.

Se além das atividades em andamento, outras forem incorporadas, como por exemplo, o desenvolvimento de motores-foguetes de médio porte a propulsão líquida, o contingente proposto será insuficiente. A tecnologia da propulsão líquida representa novos e complexos desafios, que requererão recursos de grande monta no estabelecimento de uma adequada infraestrutura laboratorial.

Quanto ao INPE, não há dúvidas de que este também sofre da mesma carência de pessoal do IAE, CLBI e CLA. Ao longo das últimas décadas o INPE focou suas iniciativas na área de aplicações (meteorologia e sensoriamento remoto) deixando de lado, por deficiência de recursos humanos, a área de desenvolvimento de satélites. Se o País pretende dominar o ciclo espacial, será necessário recompor o corpo técnico do INPE, permitindo, assim, o desenvolvimento de satélites científicos, sensoriamento remoto, meteorológico e, quiçá, de comunicações. Para tanto, é estimado um contingente de mil novos profissionais.

A incorporação desse contingente de pessoal em cinco anos requererá um planejamento adequado. Adicionalmente, será necessária ajuda estrangeira para acelerar a sua formação profissional. Neste caso, há experiências nacionais que podem ser utilizadas como referências. Uma delas vem do IAE que desenvolveu, junto com o ITA e o Instituto de Aviação de Moscou (MAI), um programa de mestrado profissionalizante.

Outro bom exemplo é dado pela Embraer que, há dez anos, implantou o Programa de Especialização em Engenharia (PEE). O programa consiste em selecionar engenheiros recém-formados, oferecendo-lhes, via mestrado profissionalizante no ITA, formação específica na área aeronáutica. Inicialmente, a Embraer contratava esses engenheiros recém-formados no início do mestrado. Posteriormente, a Embraer passou a oferecer bolsas de estudos para, somente depois de conclusão das matérias, contratá-los pelo regime celetista. O salário inicial desses engenheiros encontra-se em torno de cinco mil reais. No entanto, é a combinação perspectiva profissional, salário e qualificação profissional que motiva esses novos profissionais a abraçarem a carreira aeronáutica. A Embraer está em vias de iniciar a décima-sexta turma do PEE. Isto significa dizer que, dos três mil engenheiros hoje existentes na Embraer, 20% são oriundos do PEE. Há ainda os modelos de excelência do ITA e INPE para mestrados e doutorados acadêmicos.

A seguir são apresentadas recomendações que visam assegurar a quantidade e qualidade dos recursos humanos destinados à área espacial:

- Em um prazo máximo de cinco anos recompor os quadros do IAE, CLA, CLBI e INPE com a contratação de 2.500 novos profissionais, para que a eles possam ser transmitidos os conhecimentos acumulados pelos especialistas mais experientes e em vias de aposentadoria;
- Contratar profissionais estrangeiros para formar equipes em áreas cujas especialidades inexistem no país. Esses profissionais seriam alocados tanto em universidades brasileiras como no IAE, CLA, CLBI e INPE e às equipes, oferecendo-lhes além de formação específica, forte embasamento na área de engenharia de sistemas;
- Para que a política de trazer especialistas estrangeiros dê bons resultados, é necessária a existência de massa crítica que possa absorver este conhecimento. Caso contrário, os resultados não serão satisfatórios;
- Contratar e formar um quadro de especialistas na área de Gestão;
- Enviar parte do efetivo a ser contratado para instituições estrangeiras (EUA, Rússia e Europa), para participarem de cursos de especialização, mestrado e doutorado;
- A obtenção de mestrado e doutorado não deve ser a única forma possível de ascensão profissional e salarial. É preciso estabelecer metas tangíveis para ascensão na carreira. Em qualquer organização ou empreendimento que almeje o sucesso, os profissionais mais produtivos e construtivos são os mais valorizados. Na atividade espacial, não pode ser diferente;
- Oferecer uma política salarial atrativa e perene como forma de atrair ao PEB os melhores talentos nacionais, como fazem hoje Petrobras e Embraer;
- Incrementar ações que dêem visibilidade ao PEB. Como exemplo pode-se citar aquelas relativas ao Programa AEB Escola;
- Incrementar substancialmente os programas Uniespaço e Microgravidade da AEB, como forma de envolver a comunidade acadêmica nacional nas atividades do PEB;

- Incrementar na comunidade universitária discente programas similares ao ITASAT e promover nacionalmente um evento, similar ao Aerodesign, na área de foguetes. Há demanda para tal, mas não há recursos humanos que possam implementá-lo de uma maneira adequada e segura.
- Criar centros de excelência em diferentes áreas do conhecimento. Tais centros devem ser distribuídos em universidades e centros de pesquisa e não necessariamente no IAE e INPE. Natal, São Luiz, Porto Alegre, Santa Maria, Campinas, Londrina e São Carlos são excelentes candidatas a tal iniciativa. Além de oferecer maior capilaridade ao PEB, esta proposta tem o mérito de aumentar a visibilidade e o suporte político. A NASA adota esta estratégia nos EUA. No Brasil a EMBRAPA possui centros distribuídos em seu território;
- Incrementar a participação de parceiros nacionais no desenvolvimento de engenhos espaciais. Empresas nacionais só se engajarão no desenvolvimento de sistemas e subsistemas espaciais se considerarem a atividade lucrativa e de longo prazo. No entanto, o custo de não fazer ou de fazer em prazos excessivamente longos, é muito maior. Essas empresas também usufruiriam da mão de obra qualificada que seria formada por algumas das ações acima propostas.

Conclusões

A perda de recursos humanos do Programa Espacial Brasileiro é significativa e está se acelerando com a elevação da faixa etária dos servidores. Para se reverter o quadro atual é recomendado fortemente que medidas de impacto sejam tomadas no curto prazo para recomposição e ampliação do corpo técnico em um prazo de cinco anos de forma planejada com ajuda estrangeira para acelerar a capacitação profissional.

Para fixar esses profissionais deve ser implementado um plano de carreira com metas para ascensão tangíveis e política salarial atrativa e perene. Além disso, também são necessárias ações na esfera educacional tanto de segundo quanto de terceiro e quarto graus, como a criação de centros de excelência em diferentes áreas distribuídos por outros centros de pesquisa e universidades, em diversos estados brasileiros.

Recursos Orçamentários

Realidade brasileira

Um dos maiores motivos para o atraso do Programa Espacial Brasileiro reside na sempre crítica falta de recursos. Nos últimos anos, em especial desde o acidente do o VLS-1 V03, em agosto de 2003, as atividades espaciais brasileiras passaram a receber maior atenção do governo, na forma de acréscimos orçamentários.

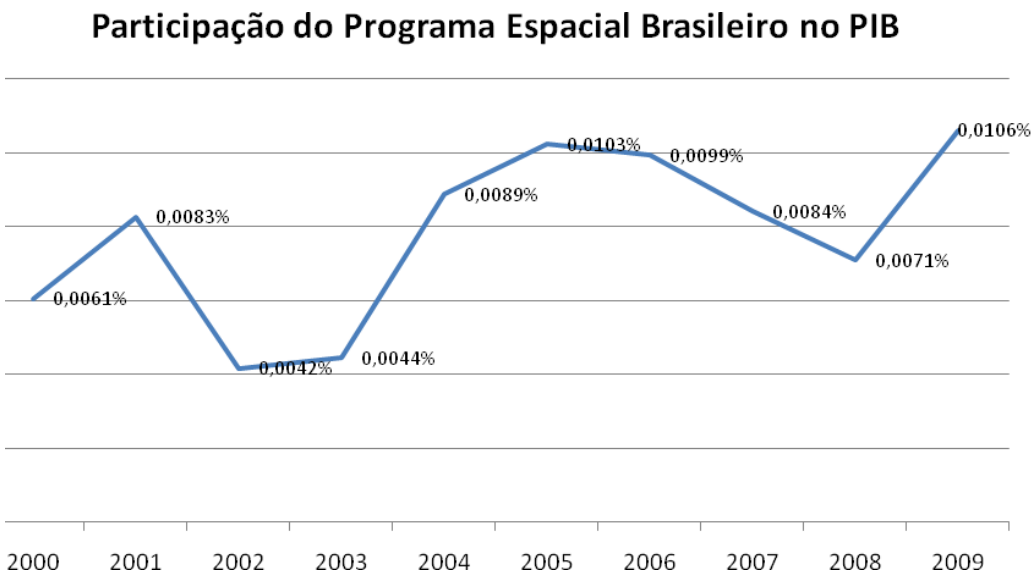
A partir de 2005, o Programa Espacial Brasileiro passou a receber recursos superiores a R$ 200 milhões, alcançando em 2009 o pico de R$ 333,8 milhões. Nestes dados, estão consideradas as destinações do Ministério da Ciência e Tecnologia (Alcântara *Cyclone Space*), Agência Espacial Brasileira – AEB (PNAE), Ministério da Defesa (DCTA), e Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Tabela 3[8]

Fonte: MCT

A Tabela 4 mostra a participação do orçamento do Programa Espacial Brasileiro no PIB.

Tabela 4



8 Os dados orçamentários constantes da Tabela 1 não consideram (i) despesas com pessoal; (ii) recursos de outras origens que, direta ou indiretamente, beneficiaram o Programa Espacial Brasileiro, e (iii) orçamento para atividades espaciais não relacionadas ao programa governamental, como aquisição por determinados órgãos governamentais de imagens e dados de satélites, comunicações militares, entre outros. Estimativas extra-oficiais indicam que as despesas com pessoal no Programa Espacial Brasileiro girem em torno de R$ 200 milhões por ano.

Comparativo com outros países

Os orçamentos de programas espaciais variam muito de país para país, e de fato, em alguns casos os dados disponíveis nem sequer podem ser confirmados. Um aspecto que dificulta qualquer análise sobre os investimentos é o fato de que muitos dos recursos destinados às atividades espaciais não estão sob a "rubrica" espaço, e isto é particularmente verdade em se tratando de investimentos militares na área espacial.

Outro aspecto relevante, indicado em alguns estudos sobre investimentos espaciais[9], é paridade de poder de compra (*purchasing power parity*) em cada país, capaz de aumentar ou mesmo diminuir os valores investidos no setor. O caso indiano, por exemplo, demonstra bem as implicações deste aspecto, país em que a paridade em questão acaba ampliando o valor dos investimentos do governo em três vezes.

Estes pontos são relevantes para se demonstrar a dificuldade de se comparar orçamentos, ainda que este seja um exercício, sem extremo rigor científico. Em termos de montante de investimentos, os Estados Unidos, União Européia e Japão são os que mais destinam recursos aos seus programas espaciais. Segundo dados da Euroconsult[10], estes países destinaram em 2009 US$ 48,8 bilhões, US$ 7,9 bilhões e US$ 3 bilhões, respectivamente. Segundo o mesmo estudo, logo atrás estão os outros três integrantes do chamado BRIC, Rússia, Índia e China, que investiram no mesmo ano US$ 2,8 bilhões, US$ 2 bilhões e US$ 900 milhões, respectivamente, valores equivalentes a 0,22%, 0,04% e 0,08% de seus PIB[11].

Uma análise específica da OECD, realizada em 2007, comparou os investimentos dos principais países com projetos no setor espacial com os seus produtos internos brutos (PIB), tomando por base o ano de 2005 (Tabela 4). Os apontamentos indicam que naquele ano, os EUA destinaram o equivalente a 0,295% de seu PIB para o setor espacial, percentual cerca de três vezes superior ao investimento francês, próximo de 0,1%. Rússia, China e Índia investiram 0,08%, 0,069% e 0,1%, respectivamente. A média dos investimentos dos países que integram o G7 (EUA, Japão, Alemanha, Reino Unido, França, Itália e Canadá) foi de 0,084%.

Observa-se que países cujos programas espaciais estão pautados na busca de independência e auto-suficiência nas áreas de satélites, lançadores e aplicações, e em alguns casos, também em missões tripuladas, como o dos EUA, Rússia, França, Índia e China, investem significativamente na área.

Comparando-se os dados da Tabela 5 com a realidade brasileira, mostrada na Tabela 4, nota-se que o orçamento do Programa Espacial Brasileiro está muito distante dos múltiplos adotados por países com objetivos similares e que,

---

9 *"The Space Economy at a Glance 2007"*, *Organization for Economic Co-Operation and Development* – OECD, ISBN 978-92-64-03109-8; e *"Futron's 2009 Space Competitiveness Index - A Comparative Analysis of How Countries Invest in and Benefit from Space Industry"*, Futron Corporation, p. 46.

10 *"Governments Worldwide Invest a Record $68 billion in Space Programs"*, Euroconsult, 23 de fevereiro de 2010, em http://www.euroconsult-ec.com/news/press-release-33-1/29.html (acesso em 17 de maio de 2010).

11 De acordo com dados do *The World Factbook*, da *Central Intelligence Agency* (CIA), o PIB de 2009 da Rússia, China e Índia foi de US$ 1.232 trilhão, US$ 4,814 trilhão, e US$ 1,095 trilhão, respectivamente.

inclusive, há algumas décadas estavam num nível de desenvolvimento de suas atividades espaciais muito próximo do brasileiro.

Tabela 5

Enquanto a Índia investe aproximadamente 0,1% de seu PIB em atividades espaciais, o Brasil tem dedicado volumes bastante inferiores, cerca de um décimo do investimento indiano em 2005. Considerando-se os dados do estudo da OCDE, o orçamento brasileiro só não foi inferior em 2005 aos de Irlanda, Grécia, Hungria, Polônia e República Tcheca, países sem expressão no campo espacial.

Idealmente, considerando-se as pretensões estratégicas do Brasil, seu orçamento deveria ser consideravelmente ampliado, para patamares próximos aos dos países da Europa, Rússia, China e Índia, buscando-se um percentual do PIB ao redor de 0,05%.

Fontes alternativas de recursos

Além de orçamento específico, qualquer planejamento estratégico e de longo prazo para o Programa Espacial Brasileiro deve considerar a ampliação do uso de algumas fontes de financiamento, e a busca e desenvolvimento de novas, algumas delas, inclusive, envolvendo participação direta da iniciativa privada. Abaixo, estão relacionadas algumas fontes já utilizadas e que podem ser ampliadas, e outras que podem ser desenvolvidas.

Fundos Setoriais e Subvenções

Criados em 1999, os fundos setoriais para C&T são importantes instrumentos de financiamento a projetos de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação no Brasil. Atualmente, existem 16 fundos, sendo 14 destinados a setores específicos, e dois transversais (Fundo Verde-Amarelo, e de Infraestrutura). Tais fundos têm suas receitas oriundas de contribuições sobre o

resultado de exploração de recursos naturais, direitos ou bens da União, além de parcelas de tributos de certos setores. Os fundos são geridos pela Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP, do Ministério da Ciência e Tecnologia.

De acordo com a FINEP[12], o fundo dedicado ao setor espacial, denominado CT Espacial, tem por objetivo "estimular a pesquisa e o desenvolvimento ligados à aplicação de tecnologia espacial na geração de produtos e serviços, com ênfase nas áreas de elevado conteúdo tecnológico, como as de comunicações, sensoriamento remoto, meteorologia, agricultura, oceanografia e navegação".

O CT Espacial é capitalizado da seguinte forma: 25% das receitas de utilização de posições orbitais; 25% das receitas auferidas pela União relativas a lançamentos; 25% das receitas auferidas pela União relativas à comercialização dos dados e imagens obtidos por meio de rastreamento, telemedidas e controle de foguetes e satélites; e o total da receita auferida pela Agência Espacial Brasileira (AEB), decorrente da concessão de licenças e autorizações.

Embora o rol de receitas que capitalizam o CT Espacial seja considerável, fato é que o volume gerado por estes direitos é pequeno, não condizente com os volumes financeiros substanciais normalmente exigidos para o desenvolvimento de atividades relacionadas à tecnologia espacial, devendo, portanto, ser ampliado, particularmente com uma fonte de receita que permita um volume mais constante de recursos. Importa ressaltar que o Brasil ainda não executa lançamentos comerciais a partir de seu território, dispõe de um pequeno número de posições orbitais exploradas por companhias privadas de comunicações, e não tem sua infraestrutura terrestre para rastreio e controle de missões espaciais largamente comercializada, o que resulta em poucos recursos para o CT Espacial.

Para projetos espaciais relacionados a comunicações, o Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (FUNTTEL), gerido pelo Ministério das Comunicações, pode ser importante fonte de recursos.

Anualmente, a FINEP também lança programas para subvenção econômica a empresas nos mais variados campos, inclusive em Defesa Nacional e Segurança Pública, que abrange o setor espacial. O programa, destinado ao financiamento de projetos de inovação de empresas, oferece recursos não-reembolsáveis, mediante contrapartidas das partes tomadoras dos recursos, que variam de 5% a 200% do valor tomado, dependendo do tamanho da empresa tomadora.

Apesar das subvenções serem destinadas às empresas, e não aos órgãos governamentais diretamente ligados ao Programa Espacial, tais recursos beneficiam o setor, uma vez que possibilitam o desenvolvimento de tecnologias e de inovação em empresas que participam do programa. Além do mais, estes recursos também permitem a permanência de determinadas indústrias no campo espacial, uma vez que em geral são bastante dependentes de contratos, nem

[12] *Website* da FINEP: http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/fundos_setoriais_ini.asp?codSessaoFundos=1 (acesso em 17 de maio de 2010).

sempre constantes, outorgados pela AEB e órgãos executores do programa (INPE, IAE/DCTA).

Para as empresas localizadas em São Paulo, estado onde estão situados os principais laboratórios do INPE, o DCTA e grande parte das indústrias espaciais nacionais, outra fonte de financiamento é o Programa FAPESP Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas - PIPE, criado em 1997 e que se destina a apoiar a execução de pesquisa científica e/ou tecnológica em pequenas empresas.

Além do programa para pequenas empresas, a FAPESP também oferece outros mecanismos de subvenção e disponibilização de recursos, inclusive para universidades e centros de pesquisa.

Financiamentos Externos

Recursos para o financiamento de projetos espaciais podem também ser obtidos junto à fontes multilaterais de financiamento, como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID, sigla em inglês), que apóia projetos de desenvolvimento na América Latina e Caribe. O BID tem variadas opções de financiamento, como reembolsáveis, na forma de empréstimos com períodos de carência, pagamento e taxas de juros reduzidos. Em novembro de 2006, a Argentina conseguiu junto à instituição multilateral um financiamento no valor de US$ 50 milhões para o projeto do satélite de observação SAOCOM (*Satélite Argentino de Observación Con Microondas*), desenvolvido pela *Comisión Nacional de Actividades Espaciales* (*CONAE*).

No Brasil, recursos provenientes do BID, mais especificamente de um fundo por ele administrado, o Fundo Multilateral e Investimentos (Fumin), foram obtidos em 2008 para a realização de estudos sobre a viabilidade de PPP para o SGB, numa parceria com o BID em que o governo brasileiro, por meio do Ministério do Planejamento, se responsabiliza por 50% dos recursos necessários ao projeto.

Parcerias Público-Privadas

Outra alternativa de financiamento que deve ser considerada são as Parceria Público-Privadas (PPP), instituídas no Brasil por meio da Lei nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004. Com as PPP, o ente público busca suprir a falta de disponibilidade de recursos financeiros, além de se aproveitar da eficiência do setor privado para obter investimentos em áreas essenciais, especialmente em infraestrutura.

No Brasil, a PPP nada mais é do que um contrato administrativo de concessão, nas modalidades patrocinada ou administrativa. Na parceria patrocinada, a concessão de serviços públicos envolve, além da tarifa cobrada dos usuários, uma contraprestação pecuniária do parceiro público ao parceiro privado, isto é, transferência de recursos diretamente pelo governo para o ente privado. Já a PPP administrativa se dá por meio da celebração de um contrato de prestação de serviços de que o governo seja o usuário direto ou indireto, ainda que envolva execução de obra ou fornecimento e instalação de bens. Logo, toda a remuneração do ente privado prestador de serviços fica a cargo do governo.

De acordo com a Lei nº 11.079/04, para ser objeto de uma PPP o projeto deve envolver montante superior a vinte milhões de reais, com prazo de duração mínimo de cinco anos, e máximo de trinta e cinco anos. Para a exploração da concessão, deve ser constituída uma sociedade de propósito específico, controlada pelos parceiros privados, incumbida de implantar e gerir o objeto da parceria.

Já há alguns anos, modelos de PPP têm sido usados em alguns países para a viabilização de projetos espaciais, como em comunicações militares e Observação da Terra. No Brasil, o Ministério do Planejamento, em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB), estuda a utilização de PPP para a viabilização do projeto do Satélite Geoestacionário Brasileiro (SGB).

Offsets

As compensações comerciais, industriais e tecnológicas, conhecidas como offsets, têm sido mundialmente adotadas em grandes contratos de compras governamentais, como forma de se buscar o desenvolvimento tecnológico e o desenvolvimento industrial dos países compradores de produtos e serviços no exterior. Os benefícios gerados pelos offsets são bastante consideráveis, particularmente para os países em desenvolvimento, resultando em investimentos locais, geração de empregos e oportunidades de negócios para pequenas e médias empresas, aumento dos fluxos de comércio e, principalmente, transferência de tecnologia.

No Brasil, a prática de compensações é usual nos contratos relacionados à aquisição de material de defesa, havendo, inclusive, regulamentação editada pelo Ministério da Defesa acerca desta matéria, no caso, a "Política de Compensação Comercial, Industrial e Tecnológica", que delega a cada um dos comandos das Forças Armadas - Exército, Marinha e Aeronáutica - a responsabilidade pela implementação da referida política, em suas respectivas áreas. Das três forças, o Comando da Aeronáutica é o maior usuário, lançando mão do instrumento de um modo mais estruturado já há mais de duas décadas.

As recentes aquisições de material de Defesa feitas pelo País, como helicópteros de transporte, submarinos e veículos blindados, além de outras em negociação, envolvem contrapartidas comerciais, tecnológicas, industriais e transferência de tecnologia. E a tendência, seguindo-se as orientações contidas na Estratégia Nacional de Defesa, é que o uso do instrumento seja mantido ou mesmo ampliado nos futuros contratos.

O aproveitamento da prática de offset pelo Programa Espacial pode-se dar ao menos de duas formas: inclusão de projetos do setor espacial dentro do programa de offsets pela empresa ou grupo de empresas responsáveis pelo cumprimento das compensações; e/ou criação de uma política específica de compensações para o Programa Espacial Brasileiro. É válido destacar que as áreas Aeroespacial e de Defesa possuem várias sinergias, sendo comum a existência de grupos atuantes nos dois setores, o que facilitaria, inclusive, a inclusão de offsets no campo espacial em contratos específicos de Defesa.

Outros Recursos

A comercialização de produtos e serviços gerados pelos centros de pesquisas do programa Espacial Brasileiro são também fontes de recursos que devem ser mais bem exploradas e ampliadas. O Laboratório de Integração e Testes (LIT/INPE), localizado em São José dos Campos (SP), por exemplo, é bastante demandado por indústrias privadas interessadas em realizar testes, ensaios e qualificações, remuneradas, em suas instalações.

No campo de lançadores e foguetes, o IAE/DCTA tem tido relativo sucesso na comercialização de foguetes de sondagem na Europa, gerando divisas, ainda que limitadas, ao País. A transferência de determinados projetos de veículos de sondagem para a indústria nacional, como o VSB-30, que se responsabilizaria por sua industrialização e comercialização, poderia, em teoria, desenvolver e conquistar novos mercados, remunerando-se o IAE/DCTA por meio de royalties.

Os dados gerados ou serviços proporcionados por satélites, como imagens de sensoriamento remoto, dados meteorológicos e transmissão de dados podem também gerar divisas a serem reinvestidas no programa nacional. Na Europa, aliás, não são raras as iniciativas conjuntas de governos e empresas privadas para a comercialização global de dados e imagens de satélites governamentais, como os da série *Spot* e *Cosmo SkyMed*.

Conclusão

Países com programas espaciais abrangentes investem significativamente na área, bem mais do que o Brasil.

Para a continuidade e ampliação do PEB de forma sustentável e com forte envolvimento da indústria nacional, faz-se necessário acréscimo considerável de recursos financeiros. Esse investimento pode ter suas fontes nos fundos setoriais, como o CT Espacial e o FUNTEL, subvenções econômicas, financiamentos externos (FUMIN), parcerias público-privadas, offsets, além da comercialização de serviços e produtos gerados pelos centros de pesquisa do Programa Espacial Brasileiro, como os prestados pelo Laboratório de Integração e Testes do INPE e os foguetes VSB-30 do IAE.

-o-

Política Industrial

Introdução

Os objetivos e diretrizes que norteiam as ações do Governo Brasileiro na área espacial estão consolidados em documento denominado de Política de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), cujo macro objetivo é:

- "Promover a capacitação do País para desenvolver e utilizar os recursos e técnicas espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira".

No tocante ao setor produtivo, um dos objetivos específicos do PNDAE é:

- "Qualificar o setor produtivo brasileiro para participar e adquirir competitividade em mercados de bens e serviços espaciais".

No tocante ao incentivo à participação da indústria nacional é estabelecida pelo PNDAE a seguinte política:

> 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 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.

O PNDAE fixa os objetivos e as diretrizes a serem observados na elaboração do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), documento este que descreve os grandes programas nacionais na área espacial. O PNAE possui abrangência decenal e é revisado segundo diretrizes e periodicidades sugeridas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e aprovadas pelo Conselho Superior da Agência Espacial Brasileira (AEB).

Em sua essência, o PNAE é um programa nacional, que deve ser desenvolvido pelo setor produtivo e por institutos brasileiros, com os seguintes objetivos:

a) ***Prestação à sociedade de serviços advindos do acesso à tecnologia espacial***, serviços esses que contribuam para efetiva melhoria da qualidade de vida dos brasileiros.

b) ***Geração de riqueza no País***, decorrente do desenvolvimento pelas empresas nacionais, via capacitação advinda do programa, de novos produtos e serviços destinados aos vários setores da atividade econômica que demandem tecnologia.

c) ***Economia e geração de divisas para o País***, através da substituição de importações de itens de alta tecnologia e valor graças à capacitação do parque industrial brasileiro, e pelo desenvolvimento de bens para exportação, inserindo o Brasil no mercado internacional desses produtos e serviços.

d) ***Suprimento de serviços, produtos e soluções tecnológicas ao País***, atendendo à demanda crescente do mercado nacional, em decorrência da modernização e desenvolvimento da sociedade brasileira.

e) ***Geração e manutenção de empregos de alto nível no País*** e conseqüente irrigação de outros segmentos do setor produtivo com recursos humanos de primeira qualidade.

f) ***Domínio de tecnologias sensíveis***, passíveis de serem empregadas na defesa do País.

Segundo a ótica exposta através dos objetivos delineados acima, o PNAE, que tem sido organizado sob a forma de subprogramas, deveria ter o desenvolvimento e o fornecimento dos sistemas, subsistemas e equipamentos para os subprogramas sempre contratados ao Setor Produtivo brasileiro, sem prescindir da atuação governamental, através de seus institutos de pesquisa e universidades. No entanto, como visto acima, apesar desta ser a política estabelecida no PNDAE, essa não foi a política que se viu implementada na execução do PNAE ao longo dos seus pouco mais de vinte e sete anos, se considerarmos o seu início marcado pelo desenvolvimento de satélites e veículos lançadores através do estabelecimento da Missão Espacial Completa Brasileira – MECB, com a finalidade de criar capacitação tecnológica no país e ao mesmo tempo prover sistemas operacionais, de coleta de dados, de observação da superfície terrestre e de veículos lançadores de satélites.

Este documento apresenta um breve diagnóstico do programa espacial brasileiro sob a ótica do desenvolvimento de uma indústria nacional face aos resultados já alcançados e elencar sugestões de mudanças na política industrial e nas formas de execução dessa política. Para a futura execução dos subprogramas do PNAE, as sugestões visam prover maior dinamismo e crescimento do número de realizações do programa espacial brasileiro e, conseqüentemente, promover o crescimento e a consolidação do parque industrial espacial brasileiro.

Características do Setor Espacial

O estabelecimento de políticas para o setor industrial espacial deve considerar algumas características específicas deste setor, tais como:

- Os recursos financeiros para os programas espaciais são de natureza pública governamental, nos nível continental (no caso Europeu) ou nacional, implicando em prática de protecionismo regional ou nacional do setor industrial.
- O mercado é altamente competitivo e os riscos são elevados;
- Os bens não estão prontos ou disponíveis para aquisição imediata. São desenvolvidos de acordo com as especificações do demandante;
- Os bens são de alto valor agregado, em função de sua elevada complexidade tecnológica.
- Os bens freqüentemente envolvem tecnologias classificadas como "duais", isto é, passíveis de uso tanto pacífico quanto militar, o que restringe muito o acesso às mesmas. Isto encarece bastante sua aquisição no mercado internacional, quando não impossibilita totalmente, justificando uma política de nacionalização.
- O mercado é usualmente bastante limitado na quantidade de encomendas, o que justifica uma política governamental de compras dirigidas a empresas nacionais que se disponham aos investimentos de risco a que se aludiu acima.
- O acesso aos mercados internacionais depende não somente da capacitação tecnológica como também de histórico de vôo.
- Os custos do treinamento e especialização da mão de obra são elevados. O setor demanda pessoal especializado e treinado, geralmente não disponível no mercado de trabalho.

Breve Diagnóstico

As decisões estratégicas para desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro inicialmente tomadas com base no conceito da MECB levaram a um baixo nível de envolvimento do Setor Produtivo brasileiro no Programa. Coincidentemente, os resultados alcançados foram muito modestos. O primeiro satélite muito simples, de Coleta de Dados, foi lançado com um atraso de cerca de dez anos com relação ao planejamento inicial. O segundo tipo de satélite previsto na MECB, com um nível de sofisticação um pouco maior, não teve o seu desenvolvimento e fabricação concluídos. O desenvolvimento deste tipo de satélite pelo Brasil já se encontra com mais de vinte anos de atraso. O desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites (VLS-1), ainda não foi concluído. Os investimentos foram concentrados na infraestrutura e pouco ou quase nada foi dedicado ao desenvolvimento de tecnologias críticas e na capacitação da indústria nacional, essenciais para os satélites de observação da superfície e para os veículos lançadores em desenvolvimento.

Um marco importante do desenvolvimento na área de satélites veio com a implantação do Programa CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellites*) de cooperação entre Brasil e China, iniciado em 1988. Neste programa o Brasil ficou responsável por parte importante de um satélite com alta complexidade e massa mais que 10 vezes a do satélite SCD. Também como conseqüência do CBERS, deu-se inicio à contratação de empresas privadas para o fornecimento dos

equipamentos. O CBERS marcou o início do envolvimento empresarial no Programa Espacial. Do início do programa até o lançamento do primeiro satélite, passaram-se doze anos, principalmente em conseqüência direta da falta de manutenção de um fluxo financeiro adequado. As contratações possibilitaram o surgimento de empresas especializadas. Em 1991 eram apenas duas e, atualmente, são mais de dez fornecedores nacionais do programa. Os subsistemas contratados no Brasil faziam e até hoje fazem uso de tecnologias já dominadas pelas empresas. Os institutos de pesquisa detinham o conhecimento gerencial e de engenharia de sistemas, mas não a tecnologia de produção que pudesse ser transferida para as empresas.

Para contextualizar o baixo nível de desenvolvimento tecnológico promovido pela política de execução adotada para o PNAE, a qual contradiz a política estabelecida em documento de nível superior (PNDAE), vale ressaltar que do início do programa CBERS em 1988 até hoje houve uma evolução muito grande em tecnologia de satélites em nível mundial, que não foi acompanhada pelas empresas brasileiras e foi, apenas em pequena medida, acompanhada pelos institutos de pesquisa do setor. Este avanço foi principalmente em eletrônica, software e materiais especiais. Hoje se faz uso intensivo de micro-processadores e em conseqüência de softwares embarcados. Devido ao avanço na microeletrônica em geral, os sensores utilizados nos satélites avançaram na mesma velocidade e as principais empresas internacionais do setor projetam módulos eletrônicos (*asics*, *chips*) dedicados e adequados para operação no espaço. A massa dos equipamentos diminuiu enquanto sua confiabilidade aumentou. Esta drástica redução de massa se deve ao uso da microeletrônica, de software e de materiais avançados. Considerando-se de modo geral o estado da arte de equipamentos em órbita, logo se percebe que fazemos uso de tecnologias que atualmente não têm condição de aceitação em um mercado global competitivo.

Em resumo, com raras exceções, a capacidade tecnológica das empresas fornecedoras do programa espacial manteve-se praticamente a mesma desde o lançamento do CBERS-1 em 1998, enquanto que em nível mundial houve um tremendo progresso. Este fato não permite que as empresas brasileiras consigam competir no mercado internacional e por causa da sazonalidade do Programa Espacial Brasileiro, as mesmas tem tido muitas dificuldades para sobreviver atuando apenas no segmento espacial.

Nesse cenário de parcos resultados obtidos na execução do PNAE, sem atender à política industrial estabelecida no PNDAE e, conseqüentemente, pouco favorável ao desenvolvimento e consolidação de um setor industrial espacial nacional, assistiu-se ao desmantelamento dos programas de pequenos satélites, iniciado com a não reposição em órbita dos Satélites de Coleta de Dados (SCD-1 e SCD-2), a descontinuidade dos Satélites Científicos (SACI-1 e SACI-2), dos Satélites Tecnológicos (SATEC) e dos satélites decorrentes de programas de cooperação internacionais, tal como o Satélite Franco-Brasileiro (FBM). Assistiu-se também aos cortes de recursos orçamentários que levaram praticamente à paralisação do desenvolvimento do VLS-1 e dos foguetes de sondagem que, aliados aos pequenos satélites e cargas úteis científicas estavam dando início a um ciclo com maior dinamismo para o programa espacial e, contribuindo para a manutenção e relativo crescimento do setor industrial espacial.

No tocante à utilização do poder de compra do estado em benefício da indústria nacional, observa-se que na aquisição dos satélites nacionais de telecomunicações, deixou-se passar oportunidades para uma efetiva utilização desse poder de compra em benefício da indústria nacional espacial, através, por exemplo, da utilização de mecanismos de compensação (offsets).

Existem limitações impostas pela Lei de Licitações e Contratos da Administração Pública (Lei 8.666) na contratação de desenvolvimentos tecnológicos, tais como a proibição da contratação do autor de projeto para a fase de execução. No caso específico do setor espacial, o qual se caracteriza pelo desenvolvimento de tecnologias e soluções específicas de projeto, isso inibe as atividades industriais de desenvolvimento e execução de projetos, dado que dificilmente uma empresa irá se predispor a desenvolver um projeto ou tecnologia para ver sua posterior execução contratada a terceiros. Essa mesma Lei, também impõe severas dificuldades para a contratação de "qualidade", inerente aos projetos espaciais. A Lei de Inovação ainda carece de regulamentações para poder vir a ser plenamente utilizada como alternativa para superar as dificuldades para a realização de contratos e parcerias entre os setores público e privado.

Com base nos fatos descritos acima pode-se concluir que será muito difícil conceber uma solução fácil ou rápida para superar as dificuldades e as limitações impostas ao desenvolvimento da indústria aeroespacial brasileira. Essas limitações são impostas principalmente pela atual política de execução do PNAE e pela legislação para contratação de projetos e serviços. Com orçamentos restritos, políticas de desenvolvimento tecnológico-setorial modestas e pouca densidade de realizações, é bem mais provável que, caso não sejam feitas mudanças significativas na política de execução do PNAE, assistamos à ampliação das limitações orçamentárias ao invés de novas injeções de recursos no programa espacial brasileiro.

A política de execução até hoje adotada, de verticalização dos desenvolvimentos em institutos governamentais, com baixo nível de desenvolvimento dos sistemas, subsistemas e equipamentos dos subprogramas do PNAE contratados ao setor privado, deve ser revista por certamente ser uma política equivocada e que não condiz com o histórico de desenvolvimento de programas espaciais bem sucedidos sob a ótica industrial, como os são o dos Estados Unidos, o europeu e o japonês.

O programa espacial brasileiro e o seu setor industrial poderiam se encontrar em um patamar muito mais elevado de realizações, de nível tecnológico e de retornos para a sociedade brasileira se as políticas do PNDAE, em particular, no tocante a participação industrial tivessem sido implementadas fielmente através do PNAE desde o seu início, considerando-se cronogramas realistas, compatíveis com os níveis de investimentos financeiros realmente destinados aos programas.

Visão

Consolidar em um prazo de cinco anos um parque industrial espacial sustentável, capaz de atender às demandas nacionais e produzir sistemas espaciais completos, com competitividade internacional.

Assegurar a disponibilidade de contingente de recursos humanos em quantidade e qualificação suficiente para atender às necessidades do setor espacial.

Sugestões de Política Industrial para o Setor Espacial

O histórico e os cenários das realizações do Programa Espacial Brasileiro e da participação industrial aqui mencionados fornecem elementos para o estabelecimento de novas formas para implementação da política industrial (de acordo com a PNDAE) e mecanismos para promover o real desenvolvimento e crescimento da indústria espacial nacional, que certamente deverão ser considerados na recente iniciativa da Agência Espacial Brasileira (AEB) em promover mais uma revisão do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE).

O crescimento e a consolidação da indústria espacial brasileira podem ser relacionados ao nível do envolvimento do setor industrial tanto nos grandes projetos mobilizadores, como o Satélite Sino- Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS) e o Veículo Lançador de Satélites (VLS-1), como nos projetos de menores envergaduras como o Satélite Amazônia e os Foguetes de Sondagens, com destaque para o VSB-30, primeiro foguete brasileiro certificado e qualificado para voar no continente europeu.

À indústria espacial brasileira devem ser dadas oportunidades não somente para fornecer, reproduzir e aperfeiçoar projetos e tecnologias já desenvolvidas nos institutos de pesquisas do setor, mas oportunidades e desafios para o desenvolvimento e fornecimento de novos sistemas baseados em micro e pequenas plataformas de satélites e em veículos lançadores de pequena capacidade. Neste sentido, a atualização dos sistemas espaciais já desenvolvidos no âmbito do Programa (por exemplo, a atualização do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais e a reposição dos Satélites de Coleta de Dados) deveriam ser integralmente contratados à indústria nacional.

Deve ser retomado com força o desenvolvimento dos microssatélites tecnológicos para fins de demonstração e qualificação em órbita de tecnologias desenvolvidas tanto nos institutos de pesquisas e universidades como no setor industrial. Deve, do mesmo modo, ser apoiado com força o desenvolvimento pelos institutos em parceria com a indústria de veículos lançadores nacionais para microssatélites, utilizando tecnologias de propelente sólido para os estágios inferiores, e de propelente líquido para os estágios superiores.

Nos grandes projetos mobilizadores, tanto na área de satélites, como os geoestacionários, quanto na área de veículos lançadores, desde a sua concepção deve ser considerado o envolvimento da indústria nacional a partir dos níveis sistêmicos mais elevados até os fornecimentos mais simples de produtos e serviços que possam ocorrer.

Dessa forma, considerando-se o exposto anteriormente sugere-se as seguintes diretrizes gerais de políticas industriais a serem aplicadas e implementadas através dos programas do PNAE:

Todos os programas/projetos do PNAE na área de satélites e veículos lançadores devem possuir um *prime contractor* ao nível sistêmico no setor

industrial, para fins de capacitação da indústria nacional em atividades sistêmicas nestas áreas.

Nos grandes e novos projetos mobilizadores, como, por exemplo, satélites geoestacionários e meteorológicos, deve ser prevista participação da indústria nacional em todos os segmentos do projeto (espacial, solo e serviços), de acordo com conteúdo de nacionalização mínimo a ser sugerido por entidades de classe representativas da indústria nacional do setor.

- A reprodução da segunda e demais unidades de vôo dos programas ou projetos devem ser integralmente contratadas da indústria nacional, mesmo que contemplem modificações para melhoria de desempenho do sistema ou da missão.
- Os estudos e concepção de missões devem ser realizados desde o seu início (Fase 0 – Concepção) com a participação da indústria nacional. Preferencialmente, devem ser integralmente contratados à indústria nacional.
- A atualização do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais e a reposição dos Satélites de Coleta de Dados (SCD) devem ser integralmente contratados à indústria nacional.
- Deve ser retomado com força o desenvolvimento dos microssatélites tecnológicos para fins de desenvolvimento, demonstração e qualificação em órbita de tecnologias desenvolvidas tanto nos institutos de pesquisas e universidades como no setor industrial.
- Devem ser definidas as tecnologias críticas ou estratégicas (subsistemas e equipamentos) a serem desenvolvidas e dominadas pelo País para uso no Programa Espacial, e devem ser oferecidas ao setor industrial oportunidades para desenvolvê-las desde as fases de concepção, estudos de viabilidade técnica, projeto preliminar, projeto detalhado, fabricação e teste de modelos até a qualificação em vôo.
- Devem ser dadas ao setor industrial oportunidades para o desenvolvimento e qualificação de novas tecnologias, produtos e serviços, antes de utilizá-los em missões operacionais.
- Devem ser inseridas nas chamadas públicas dos programas de fomento ao desenvolvimento tecnológico diretrizes para propostas de projetos de desenvolvimento de tecnologias, produtos e serviços pela indústria nacional.
- Devem ser apoiadas iniciativas de formação de recursos humanos com formações voltadas para as aplicações espaciais.

Alianças para Fortalecimento do Setor Espacial

Um estudo temático realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, denominado Dinâmica econômica e produtiva dos setores empresariais relacionados às atividades do INPE, recomenda algumas alianças que o setor espacial deveria procurar estabelecer com outros setores de atividades visando dotá-lo de maior sustentabilidade.

Segundo esse estudo, um cenário futuro deveria encarar como principal desafio a constituição de alternativas que possam ampliar os horizontes e o leque de possíveis alianças do setor. Estas alianças passam por pelo menos quatro dimensões distintas, que podem reforçar-se mutuamente, as quais são sintetizadas a seguir:

1) A primeira é a aliança com os setores de serviços, sejam eles mercantis ou de caráter público. Existe um amplo conjunto de préstimos que o Espaço pode oferecer à Terra – ao território, às regiões, às atividades econômicas e sociais. Aliás, é notável o fato de que o valor do faturamento do setor de serviços baseados em atividades espaciais representa um múltiplo do valor correspondente ao setor de equipamentos espaciais. A ampliação deste leque de serviços pode contribuir decisivamente para que o setor espacial ganhe amplitude social e correspondente ressonância política.

2) A segunda aliança envolve a indústria propriamente dita, quer dizer, os setores industriais que possuem relações de produção com a indústria espacial. As dificuldades de vinculação mais forte do espacial com o aéreo podem até ser compreensíveis em retrospectiva, mas estão além do aceitável quando são examinadas em perspectiva futura. Esta aliança consiste na identificação das trajetórias científicas e tecnológicas mais promissoras e que possam atender tanto às demandas do setor espacial quanto dos outros setores que possuam proximidades ou convergências – estejam elas identificadas ou tenham ainda que ser construídas. Se no plano dos serviços a tese aponta para a identificação de soluções novas e melhoradas, no plano industrial a palavra de ordem é retirar a indústria espacial do pedestal. Por mais avançadas que sejam as suas soluções, já é tempo de reconhecer que a indústria espacial não possui nem o monopólio nem a liderança exclusiva de qualidades industriais como a complexidade ou a sofisticação; e que ela está longe de prescindir dos conhecimentos, das tecnologias e das competências que existem em diversos pontos do sistema industrial.

3) A terceira aliança envolve o plano internacional e desdobra-se da primeira – nos serviços. Poucos são os países que possuem programas espaciais amplos, mas todos dependem, em maior ou menor medida, de atividades espaciais. Alguns deles podem ser mercados com poder de compra, outros poderão apenas reforçar a presença brasileira e, com ela, auxiliar no desenvolvimento de cooperação econômica e penetração comercial.

4) A quarta aliança depende crucialmente da existência de competências diferenciadas simultaneamente no campo tecnológico e na sua expressão econômica. A primeira competência atende pelo nome de domínio de tecnologias úteis e indisponíveis nos mercados e a segunda pela capacidade de produção competitiva, quer dizer, a custos aceitáveis. Estas duas condições conferem ao complexo espacial, por rarefeito que ele possa ser, atributos valorizados internacionalmente, por empresas ou instituições.

5) Uma estratégia consistente de expansão e desenvolvimento da indústria espacial brasileira passa pela identificação de competências e capacidades comuns ao setor aeroespacial e a outras atividades econômicas e industriais estejam elas localizadas no Brasil ou em outras bases industriais ou mercados. Isto envolve, necessariamente, um duplo exercício, de prospectiva

e de planejamento e tem, como um dos seus pontos nodais, a identificação de diferentes setores, produtos, tecnologias e competências que possam ser desenvolvidas para uso dedicado e genérico, propiciando o seu aproveitamento por outras atividades (setores, empresas, produtos) e instituições. Visto por outro ângulo, trata-se de criar as condições para que o setor aeroespacial seja, além de gerador de tecnologias para outros setores, também um receptor ativo (e um aproveitador qualificado) de tecnologias e demandas provenientes de outros setores.

Conclusão

Decisões estratégicas no passado levaram a um baixo envolvimento da indústria nacional no Programa Espacial Brasileiro. Os recursos orçamentários foram concentrados na infraestrutura e pouco foi para o desenvolvimento e capacitação da indústria nacional. Propõe-se que sejam feitas mudanças significativas na política de execução do PNAE como a consolidação, em um prazo de cinco anos, de um parque industrial espacial sustentável capaz de produzir sistemas espaciais completos.

A legislação de compras governamentais deve ser revista e é recomendada a contratação de empresas que possam atuar como “prime contractor” no desenvolvimento completo de sistemas espaciais.

Propõe-se que sejam feitas alianças com os setores de serviços nacional e internacional e com os setores industriais nacionais, para identificar competências e capacidades comuns ao setor aeroespacial e a outras atividades econômicas e industriais, tecnologias úteis e indisponíveis no mercado, bem como para identificar as trajetórias científicas e tecnológicas mais promissoras para atender às demandas do setor espacial e de outros setores afins.

-o-

Organização Institucional

Histórico

Até 1971 as atividades espaciais brasileiras eram dirigidas pela Comissão Nacional de Atividades Espaciais – CNAE, formada por pesquisadores. De 1971 até a criação legal da Agência Espacial Brasileira – AEB em 1994, o Programa Espacial Brasileiro – PEB tinha seus projetos e ações coordenados pela COBAE – Comissão Brasileira de Atividades Espaciais. Esta Comissão era vinculada ao Estado Maior das Forças Armadas – EMFA e sempre presidida por um militar da mesma Força que o chefiava, e seguindo o mesmo rodízio. Outros atores do PEB, como INPE e CTA respondiam à COBAE e participavam de suas reuniões. A COBAE não era uma unidade administrativa do Governo e, portanto, não possuía sede ou corpo de funcionários. Era uma comissão que se reunia periodicamente para a tomada de decisões[1].

A Missão Espacial Completa Brasileira – MECB responsável pelo desenvolvimento e lançamento dos dois primeiros satélites nacionais (SCD-1 em 1993 e SCD-2 em 1998), pelo desenvolvimento e testes iniciais do VLS-1 e pelo desenvolvimento da infraestrutura de solo correspondente (estações, centros de controle, rede, centro de missão e centro de lançamento) foi realizada sob a coordenação da COBAE. Esta era a autoridade maior do PEB até a sua dissolução e a criação da AEB em fevereiro de 1994.

Ao longo deste período de 1971 a 1994 o PEB foi associado no exterior a um programa militar, não só pelo envolvimento do CTA como responsável pelo desenvolvimento do lançador, mas também pela coordenação exercida pela COBAE. Com isto o PEB teve muitas dificuldades de cooperação internacional, sofrendo inclusive restrições de fornecimento e de transferência de conhecimento de fornecedores e outras instituições estrangeiras. Mesmo órgãos civis, como o INPE, tiveram dificuldades na aquisição de componentes e infraestrutura para seus projetos, até aqueles que não estavam diretamente ligados ao PEB. Essas restrições tiveram o efeito de retardar o desenvolvimento do Programa, principalmente no desenvolvimento do lançador nacional.

Em 1994 foi criada, com natureza civil, a Agência Espacial Brasileira – AEB, autarquia federal vinculada à Presidência da República. A AEB foi criada como a entidade sucessora da COBAE nos seus direitos e obrigações decorrentes de acordos e instrumentos nacionais e internacionais de cooperação (Art. 11 da Lei 8.854, de 1994). Além do objetivo de dotar o PEB de uma infraestrutura de coordenação mais completa do que aquela de que dispunha pela COBAE, a criação da AEB também teve o objetivo de caracterizá-lo como um programa de caráter eminentemente civil, estando a Agência subordinada ao

[1] Política e Desenvolvimento Tecnológico no Setor Espacial; Guilherme Reis Pereira; pesquisa para defesa de tese de doutorado no Dep. de Política Científica e Tecnológica da Unicamp; <http://www.necso.ufrj.br/esocite2008/trabalhos/36259.doc>

setor civil do Governo Federal. Sua Presidência sempre foi exercida por um civil e apenas uma de suas diretorias usualmente tem sido ocupada por um militar da Aeronáutica, aquela mais ligada diretamente ao desenvolvimento dos lançadores (atualmente Diretoria de Transporte Espacial e Licenciamento). A AEB não foi criada com o objetivo de regulamentação de concessões públicas ou de fiscalização, como posteriormente o foram as agências de Estado para, por exemplo, os setores elétricos e o de telecomunicações.

Embora criada diretamente ligada à Presidência da República, em 2003 a AEB foi dali desvinculada e vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Anteriormente já fora também subordinada à Secretaria de Assuntos Estratégicos – SAE. Na lei de sua criação a AEB foi formada por cinco departamentos: administração, planejamento e coordenação, programas espaciais, desenvolvimento técnico-científico e cooperação espacial. Hoje, os dois primeiros departamentos fundiram-se na Diretoria de Planejamento, Orçamento e Administração, e os três outros departamentos deram origem às diretorias de: i) Política Espacial e Investimentos Estratégicos; ii) Satélites, Aplicações e Desenvolvimento; e iii) Transporte Espacial e Licenciamento.

Marco Legal[2]

Lei nº 8.854 de 10/02/1994 – Criação da AEB:

> (...) com a finalidade de promover o desenvolvimento das atividades espaciais de interesse nacional. Esta Lei, em seu Art. 3º descreve 14 competências para a AEB e no parágrafo único do seu Art. 4º estabelece que ela terá 'a condição de órgão central' no sistema das atividades espaciais brasileiras, cuja organização, conforme o caput deste artigo, será "estabelecida pelo Poder Executivo".

Decreto nº 1.332, de 08/12/1994 – Aprova a atualização da Política de Desenvolvimento das Atividades Espaciais – PNDAE. Esta Política contém três objetivos e 14 diretrizes principais. Contém também outras nove diretrizes juntadas em uma categoria nominada como "Outras Diretrizes". A Lei nº 8.854, em seu Art. 3º, inciso I dá à AEB a competência para executar e fazer executar a PNDAE e, portanto, a estes objetivos e diretrizes.

Decreto nº 1953, de 10/07/1996 – Institui o Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais – SINDAE, como preconizado pela Lei 8.854. Fica decretado (caput Art. 3º incisos I, II e III) que integram o SINDAE: i) a AEB, como órgão central e responsável pela sua coordenação geral; ii) o INPE e o DEPED como órgãos setoriais; e, como órgãos e entidades participantes, iii) os ministérios e secretarias da Presidência da República, os Estados, Distrito Federal e Municípios e o setor privado.

Decreto nº 4.566, de 10/01/2003 – Vincula a AEB ao Ministério da Ciência e Tecnologia, desvinculando-o da Presidência da República.

Decreto nº 4.718, de 04/06/2003 - Define a estrutura regimental e o quadro demonstrativo dos cargos em comissão e das funções gratificadas da AEB. Por ele a estrutura organizacional da AEB possui um Presidente, Conselho Superior,

[2] Programa Nacional de Atividades Espaciais – PNAE 2005 – 2014; anexos I a IV; Agência Espacial Brasileira; Brasília, DF.

Gabinete, Procuradoria Federal, Assessoria de Cooperação Internacional, Auditoria Interna e quatro diretorias. O Conselho Superior tem caráter deliberativo e o regulamento sobre a sua competência e funcionamento está aprovado pelos termos de sua Resolução n° 1, de 25/11/2004.

Situação Atual

A PNDAE é uma política bem abrangente que em seus objetivos e diretrizes fornece as bases para o desenvolvimento do PEB. Por outro lado, o SINDAE não tem conseguido produzir os resultados condizentes com esta política. Isto porque a estrutura do SINDAE não segue a estrutura do Governo Federal o que debilita o órgão central do Sistema, a AEB que é responsável pela sua coordenação geral.

Muito embora a AEB seja uma unidade orçamentária do Governo Federal que repassa aos órgãos setoriais e aos outros órgãos e entidades participantes do SINDAE os orçamentos federais para ações, projetos e atividades ali desenvolvidos, ela não possui ascendência administrativa sobre estes órgãos. Assim, a sua coordenação de fato fica prejudicada, limitando-se ao repasse de recursos mesmo sendo esta uma forma prática de exercer esta coordenação. De fato, ultimamente este tem sido mesmo, pelo menos em parte, um ponto de atrito na coordenação dos órgãos setoriais que ela exerce.

Além disto, a AEB em seus 16 anos de existência não conseguiu preencher o seu quadro de pessoal com especialistas do setor espacial. Em todo este tempo teve servidores com diferentes perfis profissionais oriundos de diversas áreas e ministérios do Governo Federal, mas raramente com experiência no setor espacial. Assim a sua coordenação fica prejudicada quando se faz necessária uma avaliação mais técnica do assunto. O mesmo pode-se dizer com relação a aspectos científicos. Para a implantação e acompanhamento da PNDAE o número de pessoas trabalhando na AEB tem sido insuficiente. Ao longo de sua existência ela tem contado com cerca de cem funcionários, com pequenas alterações neste número. Por outro lado a cooperação entre a AEB e os órgãos setoriais não tem sido freqüente a ponto de sanar a deficiência de recursos humanos da Agência.

Assim sendo falta uma autoridade máxima ao PEB. A AEB, legalmente órgão central do SINDAE, não consegue exercer esta posição porque os órgãos setoriais não são a ela subordinados. Nem mesmo orçamentariamente [3], tendo em vista que apenas o Programa 0464 PNAE – Programa Nacional de Atividades Espaciais transfere recursos da LOA (Lei Orçamentária Anual) para os órgãos setoriais via AEB. Outros programas do PPA – Plano Plurianual (como, por exemplo, os Programas 1421 – Meteorologia e Mudanças Climáticas e 0461 – Promoção da P&D Científico e Tecnológico) transferem recursos diretamente ao INPE e ao CTA via MCT ou MD/COMAER. Muitas vezes os órgãos setoriais prestam contas de suas metas físicas, mesmo aquelas vinculadas a orçamento recebido através da AEB, apenas diretamente a seus órgãos superiores na estrutura de Governo. Este tipo de controle técnico-gerencial, dúbio, obviamente acarreta ineficiências na implantação da PNDAE, mormente com as deficiências

[3] Plano Plurianual 2008 – 2011; Projeto de Lei e Anexos; Ministério do Planejamento; Brasília, 2007.

de recursos humanos apontadas anteriormente para a AEB. Considerando-se os órgãos definidos legalmente como participantes no SINDAE, introduz-se, pelos mesmos motivos apontados para os órgãos setoriais, uma segunda ordem de grandeza nas dificuldades de implantação da PNDAE. Nestes órgãos muito pouco tem sido alcançado por esta estrutura seja pelo setor privado seja pela participação de Estados da União, Municípios, setor público universitário ou ministérios.

Em resumo, o sistema ressente-se da falta de uma autoridade maior para o setor, capaz de atuar, de fato e de direito, como o seu coordenador inconteste e capaz de exercer liderança técnica, política e científica. Isto tem causado um isolamento entre os atores do setor espacial brasileiro, fazendo com que muitas vezes decisões próprias sejam tomadas por eles que causam atritos e conflitos internos no SINDAE.

O MCT também não tem se mostrado e não parece ser o lócus ideal para o órgão central do SINDAE. Pouco articulado politicamente para as aplicações do PEB com outros setores, este Ministério está mais diretamente relacionado com os aspectos científicos e de desenvolvimento tecnológico que podem ser proporcionados ou são demandados para o desenvolvimento do PEB. Porém, este é apenas parte da grande gama de aspectos que envolvem o setor. Como tal, o seu orçamento é insuficiente para extrapolar os aspectos meramente da pesquisa que envolve o PEB. Expansões de setores como indústria, defesa, aplicações (agricultura, meio ambiente, educação, comunicações e outros) não são contemplados com este orçamento. Já há no país demandas para o PEB que requerem englobar estas interfaces numa posição que vá além das que podem ser satisfeitas orçamentariamente pelo MCT.

Propostas e justificativas

Para o SINDAE

Propõe-se a fusão da AEB e dos órgãos setoriais em uma única agência capaz da condução política da PNDAE e das decisões técnicas e científicas para o PEB. Esta fusão integraria a AEB, INPE e a parte do IAE que desenvolve os lançadores nacionais. Hoje, essa nova agência contaria com mais de 1500 funcionários experientes no setor espacial (e um número equivalente de pessoas capacitadas mediante contratos de empresas), dos quais mais de 300 com doutorado. A agência assim constituída (considerando-se o orçamento da União de 2010 e os recursos não orçamentários previstos para os órgãos setoriais) teria um orçamento seguramente superior a 300 milhões de dólares, incluído os salários. Seria, portanto, desde o seu início, uma agência forte tanto orçamentariamente quanto em capacidade de decisões técnicas e científicas e seus desdobramentos. Seria constituído um núcleo permanente desta agência em Brasília para atuação junto às esferas federais de Governo e ao Congresso nacional.

Este modelo foi adotado no Japão em 2003 [4], resultando no surgimento da JAXA, Agência Espacial Japonesa, fusão do ISAS – Instituto de Ciências Espaciais e Astronáuticas surgido como uma organização de pesquisa entre as

[4] <http://www.jaxa.jp/about/history/index_e.html>

universidades japonesas, com o NAL – Laboratório Nacional Espacial do Japão, pesquisa em aeronaves, lançadores e outros meios de transporte aeronáuticos, e a NASDA – Agência Nacional para o Desenvolvimento Espacial do Japão, que era o órgão central para o desenvolvimento espacial do país em lançadores, satélites e infraestrutura de solo. Na Alemanha ocorreu modelo de fusão semelhante, com o agravante que a agência espacial foi constituída em 1989 – DARA. Antes, desde 1967 havia o DFVLR, resultante da fusão de quatro instituições dedicadas à pesquisa aeronáutica e espacial. Em 1989 o DFVLR transformou-se no DLR, atual Centro Aeroespacial Alemão. Em 1997 a DARA e o DLR fundiram-se, mantendo a sigla DLR, com a sua denominação atual para a agência espacial alemã [5,6]. Nos EUA a NASA é a agência espacial civil com sua sede e seus laboratórios e estrutura associados, muito embora o programa espacial militar tenha orçamento à parte e até significativamente maior. Na França, o CNES é a agência espacial do país[7], cobrindo todos os aspectos de decisões, desenvolvimento e pesquisa nos seus diferentes setores e componentes. O mesmo acontece na Índia com sua agência espacial ISRO [8].

Esta proposta contempla e sedimenta o propósito de caracterizar o PEB como um programa civil, que foi um dos objetivos principais da criação da AEB. Este objetivo de criação da AEB hoje, 16 anos depois, não justifica o seu isolamento.

Interfaces

Uma agência integrada desta forma terá maior autoridade e receptividade nas necessárias interfaces e aplicações do PEB no setor industrial, acadêmico, militar, público e privado do país e do exterior. Terá maior capacidade orçamentária e de geração de projetos, pesquisas e desenvolvimento de produtos e tecnologias em cooperação com universidades, setor privado e outras agências internacionais. Projetos de interesse do setor de defesa poderão ser solicitados a esta nova agência. Este modelo é seguido na França (CNES) e Índia (ISRO), por exemplo. Conforme o setor de interesse da aplicação o orçamento poderá ter sua origem em diferentes ministérios como Agricultura, Meio Ambiente, Integração Nacional, Defesa, Comunicações, Desenvolvimento ou outras instituições.

Marco Regulatório

Uma integração como a proposta não se faz sem a participação e interação com o Poder Legislativo. Esta interação será importante para as modificações institucionais que uma atualização do PEB requer. O momento é oportuno para isto tendo em vista o estudo que o Conselho de Altos Estudos da Câmara dos Deputados realiza sobre o PEB e que abordará muito provavelmente em seus resultados e recomendações de alterações na legislação do setor.

A questão mais delicada que a proposta implica é a inclusão na nova agência do setor do IAE que lida com o desenvolvimento de lançadores para o

---

[5] <http://en.wikipedia.org/wiki/German_Aerospace_Center>
[6] <http://www.dlr.de/100Jahre/en/desktopdefault.aspx/tabid-2581/4435_read-7391/>
[7] Final Report – Space Programs of France; Eligar Sadeh; Astroconsulting International LLC; 2009.
[8] Indian Space Research Organization An Appraisal (DOS – ISRO); Udaya Bhaskaram Jayanthi; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE; São José dos Campos, SP; 2009.

PEB e de seus servidores civis. Um ponto favorável é que esses servidores estão na mesma tabela salarial que seus pares no INPE, não havendo necessidade de alterações remuneratórias. Outro ponto favorável é que é provável que proposta como esta seja bem recebida por esses servidores em termos de perspectivas profissionais. Logisticamente a proposta não implica em grandes alterações em virtude da proximidade dos órgãos setoriais e da manutenção de um setor da nova agência proposta em Brasília.

Simultaneamente à fusão dos órgãos responsáveis hoje pelo desenvolvimento dos satélites e lançadores nacionais, urge também uma separação regulatória entre o seu ambiente de desenvolvimento e o seu núcleo central de decisão. O ambiente de desenvolvimento que se precisa deve ser dotado de maior autonomia de gestão, com maior liberdade na tomada de decisão e o seu controle deve ser realizado através da avaliação dos resultados apresentados.

Localização na estrutura do Governo Federal

O MCT não contempla todos os aspectos que envolvem o PEB. A sua inclusão neste Ministério não é apropriada porque o limita demais a aspectos de C&T, com todas as conseqüências desta limitação, inclusive a orçamentária. O MCT não possui uma estrutura que lhe permita fazer a coordenação de projetos de interesses múltiplos a vários outros ministérios e ao setor público e privado. Sua estrutura formal não prevê esta atuação a não ser em um nível de cooperação em C&T.

Uma nova agência espacial, integrada e fortalecida necessitaria ficar em uma posição na estrutura do Governo Federal que permita uma abrangência maior do que a que a AEB possui hoje. Há que se reconhecer que nas últimas décadas o PEB não é tido, de fato, como um programa estratégico do ponto de vista dos governos federais deste período.

O lócus para essa nova agência espacial na estrutura governamental, em que ela poderia agir de acordo com o proposto por este trabalho, seria uma posição supraministerial, como, por exemplo, a Vice-Presidência da República, como ocorre nos EUA, ou a Secretaria de Atividades Estratégicas – SAE. Isto também reforçaria as características de coordenação e integração requeridas e de ação governamental ampla.

Conclusão

Propõe-se a fusão da AEB e dos atuais órgãos setoriais em uma única agência capaz da condução política da PNDAE e das decisões técnicas e científicas para o PEB.

Seria constituído um núcleo permanente dessa agência em Brasília para atuação junto às esferas federais de Governo e ao parlamento nacional.

Recomenda-se que a agência tenha uma posição supraministerial, o que facilitaria a coordenação e integração requeridas e atuação mais ampla.

-o-

Conclusões

Um programa espacial é um indicador da capacidade desenvolvimentista de um país. E este indicador é amplo o suficiente para cobrir desde aspectos de desenvolvimento tecnológico até geopolíticos, passando pela capacidade de pesquisa, organização e sistema educacional, dentre outros. Nosso país aproxima-se de um papel de maior relevância na economia planetária de uma maneira talvez não vivida no passado, seja na economia, no comércio e na política internacional. Um programa espacial com aplicações voltadas para estes setores muito contribuirá na consolidação desta posição. Para isto é necessária uma revisão do Programa Espacial Brasileiro tal como ele está estabelecido nos últimos anos.

O país tem se beneficiado de aplicações da tecnologia espacial nas telecomunicações, meteorologia, meio ambiente, GPS e dados científicos. Entretanto, a grande maioria destes dados é gerada por missões e satélites projetados e desenvolvidos no exterior. Uma estratégia ampla e abrangente deve ser estabelecida para criar uma demanda consistente que estimule a indústria nacional a participar do domínio de tecnologias de lançamento e de satélites. Esta estratégia deve ser implantada por meio de uma política industrial que estimule a participação nacional em missões operacionais e experimentais. Missões experimentais incluiriam missões científicas e de defesa na construção da estratégia de domínio tecnológico industrial. Propõe-se o estabelecimento de um plano nacional de atividades espaciais para os próximos vinte anos, tendo por base: 1) a constituição de um programa de satélites geoestacionários para a capacitação dos sistemas de telecomunicações e meteorológicos nacionais; 2) um sistema operacional de observação da Terra por constelação de satélites; e 3) um programa mobilizador de satélites científicos para a mobilização do meio científico, tecnológico e industrial.

Quanto à forma de acesso ao espaço, foram identificadas duas linhas de ação que não necessariamente são excludentes. Uma prioriza o atendimento a missões que visam tornar o país independente no lançamento de satélites de comunicação e de sensoriamento. A outra prevê progressão na forma de chegar ao mesmo objetivo. Estas linhas contemplam que:

- Há uma janela de oportunidade para que o Brasil participe de forma competitiva no acesso ao espaço com veículos que atendam a uma grade significativa de missões que satisfaçam interesses estratégicos do país.
- O envelope de missões dos veículos deve atender o transporte de satélites de até quatro toneladas em órbita baixa e de transferência geoestacionária. Este envelope de missões permite a realização de missões de observação (científicas, sensoriamento remoto, meteorológicas, etc.) e de comunicações.

- O prazo para o início de operação do primeiro veículo pós VLS não deve ultrapassar cinco anos.

A infra-estrutura física das organizações governamentais deverá ser desenvolvida em duas vertentes. A primeira deve suprir os meios físicos necessários para atender aos ciclos de verificação, validação, qualificação e integração dos sistemas espaciais de forma universal, ficando disponível tanto para a demanda interna governamental (centro de lançamento, centro de controle e missão) quanto para a da indústria (bancos de testes, integração, ensaios estruturais e aerodinâmicos etc.). A segunda deve manter laboratórios de porte reduzido para atividades de desenvolvimento tecnológico (produtos e processos), particularmente de missões de pequeno porte ou científicas. Isto servirá para: (a) manter a proficiência da organização, (b) mitigar riscos por meio do amadurecimento de tecnologias inovadoras, (c) capacitar mão-de-obra. Às empresas caberia desenvolver a infra-estrutura de desenvolvimento e fabricação correspondente aos subsistemas e cargas úteis típicos de satélites e lançadores. Esta infra-estrutura do setor privado deverá ser posta em uso e mantida por meio de várias estratégias, tais como:

- Contratos para o desenvolvimento tecnológico preliminar, visando alcançar a maturidade tecnológica mínima (*Technology Readiness Level* na NASA) para sua futura incorporação em missões reais. Estes contratos podem ter origem tanto nas organizações governamentais desenvolvedoras de satélites e lançadores, quanto por meio de subvenções econômicas.
- Contratos para o desenvolvimento, fabricação e integração de equipamentos e subsistemas para missões nacionais ou internacionais, nos casos em que as empresas conseguirem se colocar como exportadoras.
- A sustentabilidade deste sistema só será possível na medida em que as empresas buscarem seus nichos de competência, e que a política espacial permita um planejamento de longo prazo e o fluxo regular de recursos.

A perda de recursos humanos do Programa Espacial Brasileiro é significativa e está se acelerando com a elevação da faixa etária dos servidores. Para se reverter o quadro atual é recomendado fortemente que medidas de impacto sejam tomadas no curto prazo para recomposição e ampliação do corpo técnico em um prazo de cinco anos de forma planejada, e com cooperação internacional como meio de aceleração da capacitação profissional. Para a fixação destes profissionais deve ser implantado um plano de carreira com metas para ascensão tangíveis e política salarial atrativa e perene. Além disso, também são necessárias ações na esfera educacional tanto de segundo quanto de terceiro e quarto graus, como a criação de centros de excelência distribuídos por diferentes centros de pesquisa e universidades, e em diferentes regiões do país.

Países com programas espaciais abrangentes investem significativamente na área, bem mais do que o Brasil. Para a continuidade e ampliação do Programa Espacial Brasileiro de forma sustentável e com forte envolvimento da indústria nacional, faz-se necessário acréscimo considerável de recursos financeiros. Esse

investimento pode ter suas fontes nos fundos setoriais, como o CT Espacial e o FUNTEL, subvenções econômicas, financiamentos externos (FUMIN), parcerias público-privadas, offsets, além da comercialização de serviços e produtos gerados pelos centros de pesquisa do Programa Espacial Brasileiro, como os prestados pelo Laboratório de Integração e Testes do INPE e os foguetes VSB-30 do IAE.

Decisões estratégicas no passado levaram a um baixo envolvimento da indústria nacional no Programa Espacial Brasileiro. Os recursos orçamentários foram concentrados na infra-estrutura e pouco foi para o desenvolvimento e capacitação da indústria nacional. Propõe-se que sejam feitas mudanças significativas na política de execução do PNAE com vistas à consolidação, em um prazo de cinco anos, de um parque industrial espacial sustentável. A legislação de compras governamentais deve ser revista e é recomendada a contratação de empresas que possam atuar como *prime contractor* no desenvolvimento completo de sistemas espaciais. Propõe-se que sejam feitas alianças com os setores de serviço nacional e internacional e com os setores industriais nacionais, para se identificar competências e capacidades comuns ao setor aeroespacial e a outras atividades econômicas e industriais. E assim identificar tecnologias úteis e indisponíveis no mercado com suas respectivas trajetórias científicas e tecnológicas mais promissoras para atender a estas demandas do setor espacial e de outros setores afins.

Propõe-se a fusão da AEB e dos órgãos setoriais do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - SINDAE (INPE e IAE – espacial) em uma única agência capaz da condução da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais – PNDAE e das decisões técnicas e científicas para o Programa Espacial Brasileiro. Seria constituído um núcleo permanente em Brasília de atuação junto às esferas federais de Governo e ao parlamento nacional. Recomenda-se que a agência tenha uma posição supraministerial, o que facilitaria a coordenação e integração requeridas, e uma atuação mais ampla.

aab

ASSOCIAÇÃO AEROESPACIAL BRASILEIRA – AAB

COORDENADORES TEMÁTICOS

MISSÕES ESPACIAIS	DÉCIO CEBALLOS
ACESSO AO ESPAÇO	JOSÉ NIVALDO HINCKEL ARIOVALDO FÉLIX PALMÉRIO AVANDELINO SANTANA JR.
RECURSOS FÍSICOS	PETRÔNIO NORONHA DE SOUZA
RECURSOS HUMANOS	JOSÉ BEZERRA PESSOA FILHO
RECURSOS ORÇAMENTÁRIOS	ANDRÉ MONTANHOLI MILESKI
POLÍTICA INDUSTRIAL	CÉLIO COSTA VAZ
ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL	OTÁVIO SANTOS CUPERTINO DURÃO

ASSOCIAÇÃO AEROESPACIAL BRASILEIRA – AAB

CONSULTORES*

ADENIR SIQUEIRA VIANA
ADRIANO GONÇALVES
AJAX BARROS MELO
ALESSANDRO LA NEVE*
ARIOVALDO FÉLIX PALMÉRIO
ARMANDO MIGUEL AWRUCH
AVANDELINO SANTANA JR.
AYDANO CARLEIAL*
CARLOS DE OLIVEIRA LINO*
CARLOS HENRIQUE MARCHI*
CÉSAR CELESTE GHIZONI*
CLÓVIS SOLANO PEREIRA
EDIRALDO BERNARDI CARVALHO*
EDMILSON COSTA FILHO*
EDUARDO MORGADO BELO
FILOMENA RICCO
JADIR NOGUEIRA GONÇALVES*
JÂNIO KONO*
LAURO EDUARDO DE SOUZA PINTO
LEONEL PERONDI
LÍGIA MARIA SOTO URBINA*
MARCO ANTONIO COUTO DO NASCIMENTO
MARIA DE FÁTIMA MATIELLO*
MARIA DE LOURDES KAMOI*
MÁRCIO LUZ
MARCOS CÉSAR PONTES*
NELSON JOSÉ SCHUCH*
OTÁVIO LUIZ BOGOSSIAN*
PAWEL ROZENFELD
SALVADOR NOGUEIRA*
SOLANGE MAIA CORRÊA*
ULISSES CORTES OLIVEIRA*
VALCIR ORLANDO*

* AAB MEMBRO

aab