

Microssatélites do INPE e o Programa Espacial Brasileiro

JOSÉ ÂNGELO DA COSTA FERREIRA NERI

HISTÓRICO

Sabe-se que no início da era espacial a ex-URSS (com os satélites Sputnik, Luna e Kosmos), os EUA (com Explorer e Pioneer) e a França (com o Eole) trabalhavam com pequenos artefatos. Entre 1957 e 1987, foram lançados por volta de 270 pequenos satélites (TRW Space LOG, 1998), embarcando experimentos científicos. Isto representa cerca de 9% do total de lançamentos com sucesso, no mesmo período. Os pequenos satélites que constituem a maioria das missões científicas são incontestavelmente responsáveis pela expansão dos conhecimentos sobre o nosso planeta e o Sistema Solar (Valenzuela 1982).

O que realmente vem ocorrendo nos últimos anos é o aparecimento de uma nova geração de pequenos satélites, os microssatélites (J. M Radbone & N. M. Sweeting, 1992), que incorporam novos avanços tecnológicos que permitem a construção de sistemas espaciais confiáveis, de alto desempenho, e ao mesmo tempo mais econômicos. O mais importante é que estas são, em sua maioria, iniciativas privadas que se impõem pela competitividade e pela lucratividade financeira, desvinculadas do espírito de demonstração de poder tecnológico ou do caráter puramente científico do início da era espacial. Um exemplo que ilustra esta visão comercial associada aos microssatélites é o caso da SSTL (Inglaterra) que vendeu sua plataforma para o Chile, Portugal, França (CNES) e Coréia do Sul.

O projeto dos satélites de aplicações científicas SACI-1 (José Ângelo C.F.Neri and Ijar M. Fonseca, 1998) e SACI-2 (Ijar M. Fonseca, José A. C. F. Neri, and Milton S. Ribeiro, 1999), que vem sendo implementado com sucesso pelo INPE, tem como base a tecnologia de vanguarda dos microssatélites e os conhecimentos e experiência adquiridos no decorrer do programa espacial brasileiro. O SACI-1 foi concebido como uma plataforma multimissão para satélites entre 60 e 100 kg, e esta plataforma está sendo utilizada, com pequenas modificações, também no projeto do SACI-2. A recorrência trouxe uma significativa redução de custos e de tempo de execução, ou seja, o conhecimento, a experiência e as lições aprendidas no projeto do primeiro satélite são utilizadas diretamente no desenvolvimento do SACI-2. O SACI-1 teve um custo de 4,6 milhões

de dólares com duração de desenvolvimento de quatro anos e o SACI-2 apenas 2 milhões de reais, com duração prevista de apenas um ano.

Um aspecto relativamente recente é o lançamento de pequenos satélites como carga secundária de lançamento de satélites maiores (John R. London III). O SACI-1 será colocado em órbita como carga secundária *piggyback satellite* no lançamento do satélite sino-brasileiro CBERS (*China Brazil Earth Resources Satellite*), pelo lançador chinês Longa Marcha 4, em outubro de 1999. O SACI-1 contou com o financiamento integral da FINEP (Convênio 5.6.94.0742.00). O desenvolvimento desta plataforma foi realizado em colaboração com universidades e outras instituições de pesquisa.

ALTO DESEMPENHO E BAIXO CUSTO

Sem sombra de dúvida os microssatélites avançaram muito nesses últimos anos devido justamente ao grande progresso dos microcomputadores e das ferramentas (computacionais para desenvolvimento) das áreas de eletrônica, mecânica e térmica, juntamente com a redução dos seus custos. Tomemos como exemplo a massa das memórias dos computadores, que como na eletrônica em geral, cai a uma razão média de 1,52 ao ano, para a mesma capacidade, ou seja, caiu de um fator superior a um milhão desde o início da era espacial em 1957, até 1990. Nessa proporção a massa de um determinado dispositivo eletrônico a cada onze anos tem uma redução de um fator 100. O ganho em massa de uma missão espacial representa uma enorme redução no custo de lançamento, cujo valor é tipicamente a metade do custo das missões.

Com relação à confiabilidade, nos últimos 25 anos mais de duas dezenas de microssatélites AMSATs, lançados e operados por radioamadores, cumpriram sem falhas todas suas missões e superaram suas perspectivas de vida útil. As taxas de sucesso dos microssatélites superam em muito aquelas dos grandes programas das renomadas agências espaciais. O mais intrigante é que nos grandes programas o quilograma custa entre 20 e 1000 vezes mais, e só na teoria supera a confiabilidade de uma missão de microssatélite. Os microssatélites atingem altos índices de sucesso graças à utilização de tecnologia simples e atual, calcados nos avanços de confiabilidade dos produtos industriais e nos testes efetuados sob a responsabilidade da própria equipe envolvida na realização do satélite.

Sabe-se, por outro lado, que nos últimos anos a indústria aumentou muito sua preocupação com a confiabilidade e vida útil de seus produtos. Nos veículos automotivos o tempo de exposição às vibrações e os níveis de temperatura são superiores aos exigidos em missões espaciais. O

esforço industrial traz, em termos de componentes, o alargamento das faixas de temperatura, o cuidado com a embalagem para proteção mecânica e eletrostática e mais recentemente, a preocupação com a umidade e até mesmo com as radiações nos componentes para uso no solo. Sem contar que a estatística do produto industrial é muito mais apurada que a do produto espacial, simplesmente por ter maior amostragem.

Os satélites convencionais, com o pretexto de serem mais confiáveis utilizam tecnologia de 11 a 20 anos atrasada. É como se voltássemos a usar um computador dos anos 80 cujo custo e o desempenho estariam enormemente defasados dos atuais. Por outro lado não se pode utilizar qualquer tecnologia recente simplesmente com a alegação de que é mais moderna.

No projeto SACI foi preciso conhecer a tecnologia envolvida na fabricação de cada um dos componentes selecionados, avaliar os históricos, e testar exaustivamente as partes confeccionadas. Com isso se conseguiu maior desempenho e menor risco a menor custo. No SACI conseguiu-se também uma relação massa/carga útil bem superior à da maioria dos satélites atualmente em órbita. A plataforma multimissão SACI é dotada de um sistema de computadores triplo que possibilita autonomia e dispensa intervenção humana na estação de recepção e controle, e que é capaz de funcionar mesmo que dois dos seus computadores venham a falhar.

O SACI-1 conta com 60kg dos quais 30kg distribuídos entre quatro experimentos científicos selecionados pela Academia Brasileira de Ciências. Estes experimentos são de relevância internacional e visam conhecer melhor os fenômenos físicos e químicos que ocorrem no espaço, em particular, sobre o território brasileiro. Os experimentos são:

- ORCAS, observação de raios cósmicos anômalos na magnetosfera que estuda as partículas carregadas aprisionadas na magnetosfera;
- FOTOEX, fotômetro de aeroluminescência, estuda fenômenos fotoquímicos da alta atmosfera;
- MAGNEX, magnetômetro de alta precisão para estudar as correntes elétricas alinhadas com o campo magnético da Terra;
- PLASMEX, experimento para estudo de bolhas do plasma atmosférico que mede suas características e procura elucidar o fenômeno das bolhas, muito intenso sobre o território nacional.

Os responsáveis pelos experimentos são cientistas brasileiros que trabalham em colaboração com outros países (Japão com ISAS e o RIKEN, e os EUA com o *Naval Research Laboratory*).

Já o SACI-2 com apenas 80kg embarca carga útil idêntica ao dos Satélites de coleta de Dados (SCD1 e 2) que pesam 110kg. Estes satélites funcionam como um espelho, retransmitindo para grandes estações no solo, os sinais de diversas plataformas que coletam dados como níveis de rios, temperaturas, ventos e outros dados importantes. Estas plataformas estão espalhadas pelo território nacional e no oceano Atlântico. Além disso o SACI-2 carrega também um outro transmissor que permite que usuários recebam dados diretamente através de pequenas estações de recepção no solo (estacionetes) sem passar pelas grandes estações de Cuiabá ou Alcântara (11m de diâmetro de antena). E por fim, o SACI-2 leva ainda os quatro experimentos científicos do SACI-1.

OS MICROSSATÉLITES E O PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

A capacitação tecnológica que vem da simplificação das técnicas empregadas em missões espaciais, tem como conseqüência a geração de produtos de alta tecnologia a partir de elementos industriais disponíveis. Isto implica em uma maior participação das indústrias convencionais locais em missões espaciais aumentando assim o nível de nacionalização dos componentes nos veículos lançadores e nos satélites, e proporciona maior independência tecnológica nessa área.

Em conseqüência da redução dos custos das missões espaciais (Wertz, J. R, 1996; Neri at all, 1996), hoje uma agência espacial com investimentos relativamente modestos mas, se estrategicamente aplicados, pode conseguir os meios necessários, tecnologia, infraestrutura computacional e oportunidades de lançamentos superiores aos utilizados nas grandes agências na época da corrida espacial. Isso significa que uma nação emergente pode se tornar independente e até mesmo competitiva ao buscar a lucratividade na área espacial, como é o caso da China e da Índia.

O mercado dos pequenos satélites vem aumentando verticalmente (Jean-Paul Lafevre et Bernard Dejean, 1993). Os consultores da NASA e da ESA sugerem maiores investimentos nesta área. E analisando 200 satélites (Euroconsult) com massas inferiores a 1000kg, previstos para entrar em órbita entre 1992 e 2002 as seguintes tendências são observadas quanto as suas missões:

- 70% para comunicações;

- 15% aplicações militares;
- 8% observação da Terra e caráter científico;
- 7% aplicações tecnológicas.

Considerando-se a implementação recente das constelações de satélites, esta tendência se revela cada vez mais acentuada para as comunicações. Isto se dá simplesmente pelo fato de que o retorno médio dos programas de comunicação por satélites é de 1 bilhão de dólares para cada 200 milhões investidos num prazo médio de 5 anos, incluindo os satélites, os lançadores, as estações de controle e os equipamentos dos usuários.

Seguindo esta corrente, uma forma que pode vir a impulsionar o programa espacial brasileiro é portanto a materialização de um projeto de comunicação comercialmente viável, aproveitando nossa localização privilegiada no planeta. Contando apenas com os clientes no Brasil, como bancos, correios, militares etc., um programa destes pode obter retorno financeiro. Desta maneira pode se consolidar os investimentos na área espacial e dotar o parque empresarial nacional de tecnologia competitiva em foguetes com propulsores líquidos e satélites avançados para atender também outras áreas, como as de imageamento da terra para monitoramento das florestas e da agricultura, meteorologia, pesquisas científicas e outras aplicações.

Para implementar um programa como este são necessárias estruturas semelhantes às implementadas com sucesso no projeto dos microsatélites SACI:

- A identificação de clientes no País que devem ter participação na definição detalhada da missão;
- A utilização de uma estrutura mais ágil e mais autônoma (uma Fundação, uma organização social ou uma empresa especialmente constituída para este fim), para implementação do projeto e para buscar investimentos fora da esfera estatal;
- A elaboração de uma política industrial que permita a aplicação dos recursos no País e, quando não for viável, a associação das nossas empresas com empresas estrangeiras sob o nosso controle.

Um outro aspecto importante é que deve ser considerado como indivisível o conceito lançador-satélite. Por exemplo, no caso dos requisitos da missão não serem compatíveis com o atual VLS, deve ser escolhido um veículo estrangeiro tal que ao longo dos lançamentos, a

partir de Alcântara, garantam a transferência de tecnologia nesta área possibilitando a concreta participação e o domínio nacional da tecnologia de foguetes lançadores.

CONCLUSÃO

A consolidação das metas do programa espacial brasileiro passa necessariamente por uma abordagem realista, competitiva e sustentável. Um projeto de comunicação por satélites pode manter toda a máquina espacial em movimento e se apresenta como o único lucrativo da área, não há como se esquivar.

A iminente homologação do VLS como lançador na Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) e toda a tecnologia dominada e aplicada no projeto e construção dos microssatélites constituem um cenário extremamente favorável ao planejamento de missões utilizando pequenos satélites recorrentes com fins comerciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- TRW Space LOG 1957-1987, TRW Space & Technology Group, Redondo Beach, CA, USA, 1998, Vol. 23
- Valenzuela, A; International Symposium – Small Satellites Systems and Services, ESA/CNES, Arcachon, France, June 29 – July 3, 1992
- Radbone, J.M. & Sweeting, M.N.; International Symposium – Small Satellites Systems and Services, ESA/CNES, Arcachon, France, June 29 – July 3, 1992
- José Ângelo C. F. Neri and Ijar M. Fonseca; The Brazilian Scientific Satellite SACI-1, 4th International Symposium on Small Satellites Systems and Services, Sept 14-18 1998, France
- Ijar M. Fonseca, José Â. C. F. Neri, and Milton S. Ribeiro; After Separation Attitude Dynamics of the Brazilian Scientific Satellite SACI-2, 14th International Symposium on Flight Dynamics, ISSFD XIV, 08-12 February 1999, Foz do Iguaçu, Brazil.
- Neri et al; The Brazilian Microsatellite SACI-1, Acta Astronautica, Vol. 39, 9-12, November-December, 1996.
- John R. London III, Reducing Launch Cost, in Reducing Space Mission Cost, James Wertz and Wiley Larson Editors, Space Technology Series, Space Technology Library, 1996
- Wertz, J. R. and Wiley Larson, Reducing Mission Cost, James Wertz and Wiley Larson Editors, Space Technology Series, Space Technology Library, 1996

Neri, J.A.C.F.; Rabay, S.; Dos Santos, W.A.; De Souza, P.N.; Fonseca, I.M.; De Paula Júnior, A.R., Key Technological Solutions Towards The Saci-1 Microsatellite Design, Proceedings of the Tenth Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites, September 1996

Jean-Paul Lafevre et Bernard Dejean, Petits Satellites et Moyens Associés, Dossier Technique, Avril/93.

RESUMO

Este artigo apresenta as estratégias implementadas nos projetos dos satélites de aplicações científicas SACI-1 e SACI-2. Consta nesta apresentação a metodologia de trabalho utilizada para o desenvolvimento de microsatélites e faz-se um paralelo com a metodologia usada no desenvolvimento de satélites em programas espaciais convencionais. Apresenta-se também considerações sobre a política industrial bem como sobre as aplicações e os benefícios que podem advir dos microsatélites. Sugere-se também uma opção para impulsionar o programa espacial brasileiro.

ABSTRACT

This paper presents the strategies applied in the development of the Scientific Applications Satellites SACI-1 and SACI-2. It is presented the work methodology used in the microsatellites and comparisons with the methodology used on conventional space program. It is also analyzed some points of the industrial participation as well as the benefits and applications raised by microsatellites. Some interesting options for the activities of the Brazilian Space Program are also analyzed.

O Autor

JOSÉ ÂNGELO DA COSTA FERREIRA NERI engenheiro eletricitista com doutorado em astrofísica e técnicas espaciais pela Universidade Paul Sabatier, França, é tecnologista sênior no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e gerente do Projeto Microsatélites Científicos.