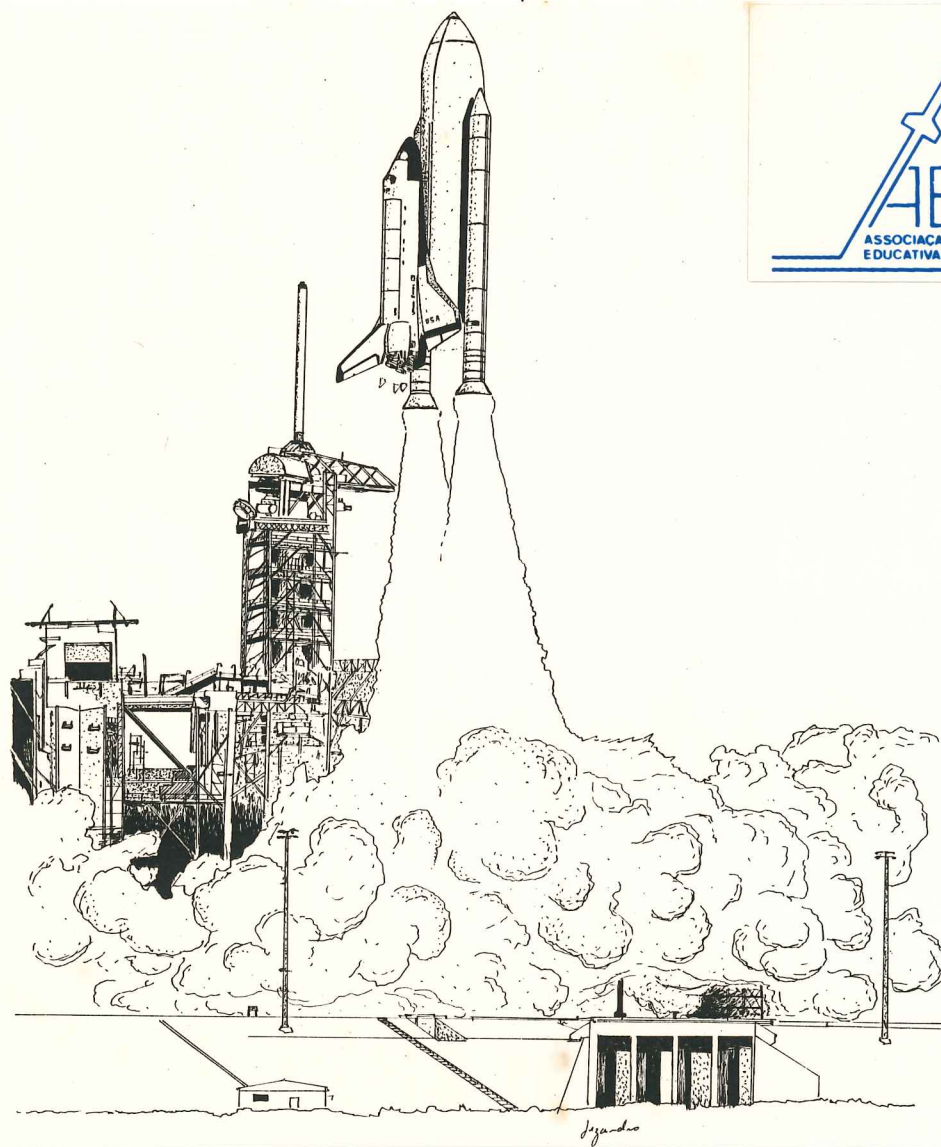

AEROESPAÇONÁUTICA 12

Seções: Informe AEN 87
 Acont.Espaciais (Out-Dez/91) . 88
 Biografia (Fritz von Opel) ... 93
 Cartas 94
 Endereços (associados 82-83) . 96
 Espaço modelismo 97

Artigos de divulgação:

Timidez espacial 100
 Em debate, a política espacial no
 Brasil 100
 Dos tubarões no espaço cósmico 102
 Enfim, a agência esp. brasileira .. 103
 (José Monserrat Filho)
 Especificação e características de
 veículos lançadores 104
 (José Nivaldo Hinckel)



Desenho: Lizandro B Mello

1991: 10 anos do lançamento da primeira nave espacial (Columbia, 12 Abr 81)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ATIVIDADES EDUCATIVAS ESPACIAIS - ABAEE

* A ABAEE é uma associação civil registrada, sem fins lucrativos, criada em 1º Set 86. Seu objetivo é reunir as pessoas que se interessam por Astronáutica, Aeroespçonáutica e Espaçomodelismo, estimulando atividades de caráter educativo-científico através da pesquisa, desenvolvimento e experimentação de minifoguetes e espaçomodelos.

* Diretoria 91/93:

Presidente:	Basílio Baranoff, São José dos Campos, SP
Vice-Presidente:	Marcelo M. Morales, São Paulo, SP
Diretor de Segurança:	José F. Santana, Carpina, PE
Ass. de Comunicação Social:	Gilberto G. Sgarbi, Niterói, RJ
Diretor Cultural:	Axel Dihlmann, Florianópolis, SC
Diretor Técnico-Científico:	Carlos H. Marchi, Florianópolis, SC
Diretor de Operações:	Ozualdo S. Toyoda, Rio de Janeiro, RJ
Diretor de Ensino:	Gilberto G. Sgarbi, Niterói, RJ
Secretário-Tesoureiro:	Pedro M. Moraes, Taubaté, SP

* Endereço postal: ABAEE

Caixa postal 5050
88041 - Florianópolis - SC

* Endereço eletrônico: EMC1CHI at BRUFSC.BITNET

* Atividades:

- 1-publicação trimestral do boletim Aeroespçonáutica;
- 2-fornecimento de cópias de trabalhos, relatórios e notas técnicas, e programas computacionais, da Biblioteca da ABAEE, relacionados com projeto, desenvolvimento e experimentação de minifoguetes;
- 3-promoção do Seminário Brasileiro de Aeroespçonáutica (SEBAE);
- 4-desenvolvimento de projetos de minifoguetes;
- 5-publicação de notas técnicas, normas e códigos de segurança sobre pesquisa, desenvolvimento e experimentação de minifoguetes;
- 6-promoção de campanhas e campeonatos de lançamento de espaçomodelos, campanhas de lançamento simultâneo de espaçomodelos, e exposições sobre minifoguetes; e
- 7-homologação de recordes nacionais de minifoguetes.

Boletim AEROESPAÇONÁUTICA - AEN

* Publicação da ABAEE

* Periodicidade: trimestral

* Tiragem: 90 exemplares

* Editor: Carlos H. Marchi

* Conselho Editorial: José Miraglia, presidente
Ozualdo S. Toyoda
Gilberto G. Sgarbi

* Aceitam-se contribuições para análise e possível publicação neste Boletim, sem qualquer remuneração pelos mesmos. Os direitos autorais e a responsabilidade dos artigos publicados são de seus autores.

AGRADECIMENTO

Ao Grupo de Simulação Numérica em Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor (SINMEC), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), por fornecer os meios necessários à edição do boletim e impressão dos seus originais.

*** INFORME AEN ***

Seção que traz breves notícias de divulgação.

INDEX-ABAE

Informamos aos associados, interessados em adquirir cópias do material bibliográfico relacionado no Index-ABAE, que a partir de agora devem encaminhar seus pedidos para a caixa postal 5050, CEP 88041, Florianópolis, SC.

COMISSÃO TÉCNICA

A Comissão Técnica da ABAEE tem como suas principais funções: elaborar normas técnicas, procedimentos e códigos de segurança relacionados com minifoguetes para serem recomendados aos seus associados; e servir como Conselho Editorial do boletim Aeroespçonáutica, revisando os artigos e notas técnicas.

Os associados que estiverem interessados em integrarem a Comissão Técnica da ABAEE devem enviar-nos uma carta manifestando este interesse e descrevendo as atividades que já desenvolveram com minifoguetes.

NOTÍCIAS DA ABAEE

A Diretoria Executiva da ABAEE aprovou a sugestão do Diretor de Operações, engenheiro Ozualdo S. Toyoda, e editará a partir de Maio 92 o informativo bimestral "Notícias da ABAEE". A edição e coordenação ficará a cargo do sócio Reginaldo Miranda Júnior, de Nova Friburgo, RJ. Notícias da ABAEE terá as seguintes características:

- 1-seu objetivo fundamental será a integração e uma maior aproximação da ABAEE com seus associados;
- 2-mantará seus associados informados sobre as atividades técnico-administrativas e educativo-científicas ocorridas na ABAEE, nos grupos associados, no seu dia-a-dia, na aeroespçonáutica e no campo espacial;
- 3-será um canal de comunicação exclusivo entre a ABAEE e seus associados;
- 4-será publicado em quatro páginas;
- 5-março/abril será o bimestre de referência; será distribuído aos associados a partir de 5 Maio 92, gratuitamente;
- 6-a data limite para recebimento de colaborações para o primeiro número será 20 Abr 92 (postagem no correio);
- 7-as matérias devem ser notícias breves e sucintas; na hipótese da matéria ser mais longa e relevante, após a aprovação, poderá ser aproveitada e publicada no boletim Aeroespçonáutica; e
- 8-tomando-se o bimestre de referência (item 5), a remessa das colaborações pelos associados, para publicação no informativo Notícias da ABAEE, deve seguir o calendário abaixo com as datas limite de postagem:
nº 2, Mai/Jun até 20 Jun 92

nº 3, Jul/Ago até 20 Ago 92
nº 4, Set/Out até 20 Out 92
nº 5, Nov/Dez até 20 Dez 92.

As colaborações deverão ser enviadas para: Reginaldo Miranda Júnior
Rua Sete de Setembro, 112 - centro
28605 - Nova Friburgo, RJ.

ASSINATURA DO BOLETIM AEROESPACONÁUTICA

No fim deste número do AEN encontra-se um formulário para você fazer sua assinatura deste boletim para o ano de 1992.

ANUIDADE 1992 DA ABAEE

Para você continuar a dispor das facilidades que a ABAEE lhe oferece e de suas atividades, não esqueça de quitar sua anuidade de 1992. O formulário está no fim deste boletim. O informativo Notícias da ABAEE só será distribuído aos associados em dia com a anuidade.

***** ACONTECIMENTOS ESPACIAIS *****

Seção onde são relatados os principais acontecimentos espaciais ocorridos no mundo durante o período compreendido pelo Boletim.

OUTUBRO A DEZEMBRO DE 1991

REGINALDO MIRANDA JÚNIOR
Sócio Efetivo da ABAEE
Rua Sete de Setembro, 112 - centro
28605 - Nova Friburgo, RJ

OUTUBRO/91

2 - A nave espacial Soyuz TM-13 é lançada do Cosmódromo de Baikonur pela União Soviética, levando a bordo três cosmonautas com a missão de se encontrarem com a estação orbital Mir. A Soyuz TM-13 era tripulada pelo comandante Alexander Volkov, ucraniano, pelo engenheiro de vôo Toktar Aubakirov (natural do Cazaquistão) e pelo pesquisador austríaco Franz Viehboeck, que se tornou o primeiro astronauta daquele país. A nave transportava material de pesquisas biomédicas, num projeto denominado Austro-Mir pelos cientistas austríacos. A Áustria pagou, na época, 7.2 milhões de dólares à agência espacial comercial da então União Soviética, Glavkosmos, para custear as despesas com o treinamento e envio ao espaço de seu cosmonauta. A Soyuz se acoplou com a porta do módulo Kvant-1 da Mir no dia 4, às 9h39m de Moscou. A bordo da estação Mir-1 já estavam os cosmonautas Anatoly Artserbaski e Serguei Krikalev. Depois de uma semana de trabalho conjunto, os cosmonautas Viehboeck, Artserbaski e Aubakirov desacoplaram a nave Soyuz TM-12 do complexo espacial e iniciaram retorno à Terra. A cápsula da Soyuz TM-12 pousou de pára-quedas nas vizinhanças da cidade cazaque de Arkalyk, no dia 10. Com isso, os experimentos conduzidos a bordo da Mir puderam ser estudados. O vôo da Soyuz TM-13 foi o último a ser realizado pela URSS, que viria a ser dissolvida em dezembro.

7 - Philip Culbertson, consultor da NASA, propõe, num seminário em Washington, que os EUA comprem cápsulas Soyuz e as modifiquem para serem usadas como veículos de

resgate para a futura estação Freedom.

- 10 - O Museu Militar do Ministério da Indústria Espacial da China faz uma exposição onde são apresentados pela primeira vez ao público os estágios e equipamentos do foguete Longa Marcha 2E.
- 14 - A empresa Orbital Sciences Corporation, americana, é escolhida para lançar o satélite brasileiro SCD-1, com seu foguete Pegasus.
- 16 - O físico Jacques Blamont, da Universidade de Paris, anuncia que o projeto Mars 94, a ser executado por cientistas soviéticos e franceses, deve ser adiado. Blamont é um dos cientistas franceses envolvidos no projeto. Segundo o físico, o atraso, de dois anos, é devido à instabilidade política e econômica da URSS. Durante o encontro anual entre cientistas espaciais soviéticos e franceses na cidade de Tours (França), é anunciado que a URSS reprogramou seus futuros lançamentos a Marte. Devido às instabilidades econômicas do país, os soviéticos resolveram diminuir a quantidade de equipamentos a serem lançados ao planeta em 1994 e 1996. Assim, será enviado em 1994 uma sonda (Figura 1) equipada com pequenas cápsulas de pouso e penetradores de superfície. Uma segunda espaçonave automática depositaria um carro explorador Marsokhod e um balão para pesquisas atmosféricas, em 1996. O plano anterior previa o lançamento de duas naves gêmeas em cada etapa.
- 19 - A nave cargueira Progress M-10 não consegue se acoplar com a estação Mir. Havia sido lançada dias antes com suprimentos para os cosmonautas Alexander Volkov e Serguei Krikalev.
- 21 - Depois de uma série de ensaios, a nave Progress M-10 acopla-se com a Mir.
- 23 - Um dos instrumentos do satélite europeu ERS-1 apresenta falhas repetidas, que ameaçam destruí-lo, o que obriga os seus operadores a desligá-lo. O equipamento, chamado PRARE, determina a posição do satélite no espaço com precisão de 20 centímetros. O radar e os aparelhos para medir ventos, porém, não apresentam defeito, e continuam seu trabalho enquanto os engenheiros da ESA tentam consertar o PRARE a partir de sinais de rádio.
- 24 - As sondas espaciais Voyager 1 e 2 começaram uma série de observações visando comprovar a existência ou não da heliopausa, que seria a região do espaço onde terminariam os ventos de partículas atômicas do Sol. Segundo teorias desenvolvidas por computadores, essas partículas cessariam de existir entre 11 e 22 bilhões de quilômetros do Sol. Atualmente, a Voyager 1 está a 7 bilhões de km da Terra, enquanto a Voyager 2 se encontra a 5,4 bilhões de km.
- 29 - Um foguete Ariane 44L lançou o satélite Intelsat VI-F1. Com uma massa de 4.300 kg, o VI-F1 é um satélite de comunicações que retransmite imagens de TV, telefone e dados numéricos a 36 mil km de altitude. Este foi o 47º lançamento de um Ariane.

No mesmo dia, a sonda espacial Galileu passou a 1.600 km do asteróide Gaspra, por volta das 20h37m. A sonda apontou sua câmera para a região do espaço onde se presume estar o asteróide de 12,7 km de extensão. Cento e cinquenta fotos devem ter sido tiradas pela Galileu, mas as imagens só serão conhecidas em dezembro de 1992, quando a sonda passar pela Terra. A antena principal da sonda não se abriu, e a antena auxiliar não se presta a enviar imagens a grandes distâncias. De qualquer modo, este foi o 1º sobrevôo de uma sonda terrestre a um asteróide. Novo encontro com asteróide, desta vez com Ida, deve acontecer em agosto de 1993.

Ainda no dia 29 a NASA divulga fotografias coloridas feitas pela sonda Magalhães em órbita de Vênus. Estas revelam que o planeta tem um vulcão ativo, o Maat Mons, de 7.500 m de altura. Um mapa completo de um hemisfério venusiano, em cores, também foi divulgado.

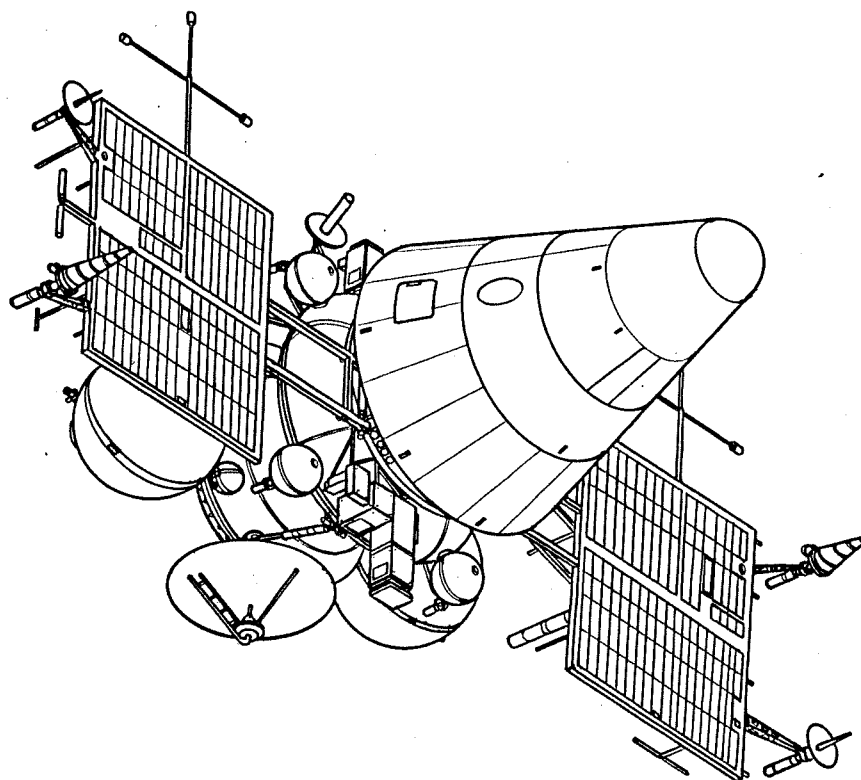


Figura 1. Sonda Mars-94 / Mars-96.

NOVEMBRO/91

- 4 - Durante o 42º Congresso da Federação Internacional de Astronáutica, realizado em Montreal, Canadá, cientistas soviéticos apresentam um projeto que prevê a utilização de um avião Antonov An-124 para lançar um míssil SS-24 convertido para transportar satélites. Segundo o rojeto do Escritório Yuzhonye, da Ucrânia, o SS-24 seria largado em pleno ar pela traseira do An-124, estabilizado por pára-quedas e lançado em direção ao espaço. Segundo os cientistas ucranianos, o foguete seria usado pela 1º vez em 1994. Posteriormente, em 1996, poderia ser introduzida uma versão do SS-24 com asas, para aumentar seu alcance e carga. Mais tarde, um motor a jato seria também instalado no lançador, em 2005, permitindo o transporte de cargas ainda maiores. Outra versão, apresentada por outro escritório tecnológico, prevê o uso de um bombardeio Tupolev Tu-26 Backfire para lançar um míssil antinavio também convertido para uso espacial, semelhante ao Pegasus americano. Todos estes projetos dependem da situação da ex-URSS, atual Comunidade de Estados Independentes.

- 14 - A NASA consegue receber uma fotografia do asteróide Gaspra, tirada pela sonda Galileu em outubro.

No mesmo dia, o governo alemão reafirma seu apoio financeiro à construção do ônibus espacial Hermes, que deverá começar a voar em 2002. Temia-se que a reunificação alemã levasse o governo de Bonn renunciar ao projeto, da Agência Espacial Européia.

- 15 - Uma análise dos dados enviados pela Galileu confirma que a sonda conseguiu fotografar o asteróide Gaspra em todas as suas 150 tentativas.

Ainda durante o 42º Congresso da Federação Internacional de Astronáutica em Montreal, os cientistas mostraram-se consternados em saber que a missão CRAF, americana, pode ficar sem verbas e não ser realizada. E manifestaram interesse

num projeto japonês, para pesquisa planetária. Tal projeto prevê: o lançamento de uma sonda em 1997 para encontrar-se com o asteroide Anteros no ano seguinte; o lançamento de uma outra sonda em 2000 para se encontrar com o cometa Finley e recolher amostras de sua poeira em 2002. Em seguida, seguiria rumo à Terra, para ser capturada por um ônibus espacial e recambiada para laboratórios com as amostras. E, em 2003, duas sondas seriam lançadas para interceptar o cometa Encke em novembro daquele ano. Depois de passar pelo cometa, uma das naves se encontraria com o asteroide Eros (em novembro de 2005) enquanto a outra seguiria para um encontro com um cometa em junho de 2006.

- 19 - A Rockwell International, construtora do novo ônibus espacial da NASA, o Endeavour, divulga que foi forçada a entregar a nave espacial com 1.400 defeitos de fabricação, devido às pressões da agência espacial americana em ver o cronograma cumprido. A NASA frequentemente retirou peças do Endeavour, ainda nas oficinas da Rockwell, para instalá-las nos outros ônibus espaciais operacionais, Columbia, Discovery e Atlantis. O chefe da Divisão de Space Shuttles da NASA, Keith L. Hudkins, disse que tais defeitos já eram esperados, enquanto que outro funcionário graduado, Jay Honeycutt, eximiu a fábrica da culpa pelas imperfeições na nave.
- 24 - Lançamento do ônibus espacial Atlantis, a partir de Cabo Canaveral, Flórida, às 19h44m locais. O shuttle Atlantis é comandado por Frederick Gregory, e pilotado por Terence Henricks. Fazem parte da tripulação, ainda, Story Musgrave, Mario Runco, Thomas Hennen e James Voss. A missão do Atlantis era lançar um satélite de detecção de alvos através de infravermelho, o DSP 16, Figura 2. O DSP, de 2.500 kg de massa, foi efetivamente lançado no primeiro dia de vôo do shuttle, em substituição ao antigo DSP 12. O lançamento do satélite militar não foi cercado do mesmo sigilo que prevaleceu nas missões militares tripuladas anteriores, e assim a TV americana pôde mostrar o DSP 16 e seu foguete impulsor serem liberados do compartimento de carga do Atlantis. Depois da liberação, o motor do satélite disparou para colocá-lo em uma órbita de 36 mil km de altura. A principal característica do satélite é seu telescópio infravermelho de 3 metros de comprimento, com 6 mil detectores de calor ultrasensíveis. Atrás do telescópio cônico está um módulo cilíndrico de 4 metros de diâmetro, coberto de células solares, tendo quatro outros painéis fotoelétricos ligados à base. O DSP 16 detectará eventuais testes nucleares e lançamentos de mísseis na ex-URSS, China e Oriente Médio. Depois de lançarem o satélite, os astronautas dedicaram-se a testes com câmaras desenvolvidas para equipar futuros satélites militares, além de fazerem experiências médicas. No dia 26, o Atlantis passou a 30 km da estação soviética Mir. No dia 29, a órbita da nave teve de ser mudada (de 364 para 360 km) para que ela não passasse perigosamente perto do último estágio do foguete que lançou o Cosmos 851, cuja posição fora determinada 11 horas antes pelo centro de defesa aeroespacial dos EUA, o NORAD. Um defeito numa das três unidades inerciais de medição (IMU) forçou uma antecipação na data de regresso em três dias, de modo que o Atlantis pousou na base aérea de Edwards, na noite do dia 1º de dezembro. Originalmente o pouso deveria ser feito no Centro Espacial Kennedy, no Cabo, mas o defeito na unidade de navegação mudou a descida para o deserto de Mojave. A aterrissagem foi perfeita. O vôo durou sete dias.

DEZEMBRO/91

- 6 - A NASA realiza uma entrevista coletiva nos Estados Unidos para anunciar que começará a construir a estação orbital Freedom em 1995. Segundo o diretor do programa da Freedom, Richard Kohrs, a estação custará 40 bilhões de dólares, e sua construção só será possível graças à aprovação das verbas solicitadas pela agência espacial ao Congresso norte-americano. A estação terá quatro módulos principais, um deles japonês e outro da Agência Espacial Européia (ESA).
- 8 - É lançado o satélite Eutelsat II-F3 por um foguete americano Atlas 2 disparado de Cabo Canaveral. O Eutelsat é um satélite europeu de telecomunicações com 23 canais de TV e rádio.

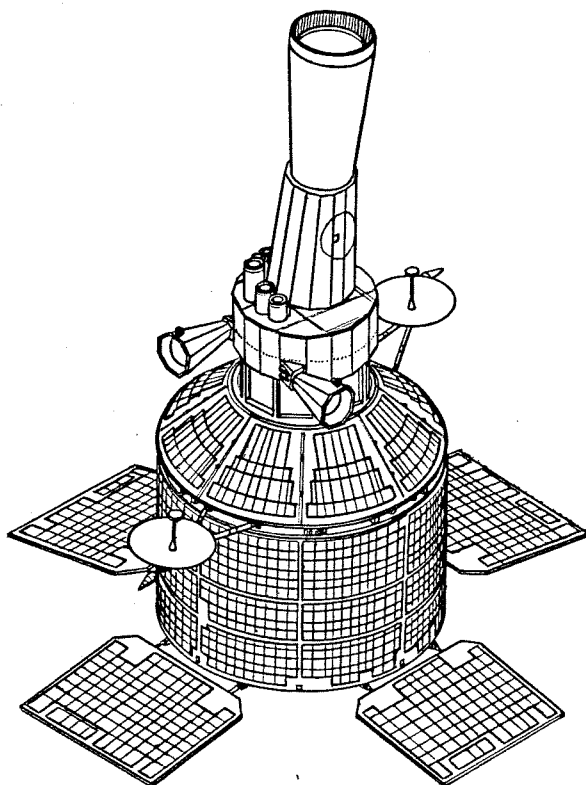


Figura 2. Satélite DSP 16, lançado pelo Atlantis.

- 12 - A ESA aprova, numa reunião em Munique (Alemanha), verbas para os projetos Hermes e Columbus. Devido aos altos custos, porém, o desenvolvimento dos veículos será atrasado. O Columbus, um veículo composto por um módulo habitável cilíndrico ligado a um módulo com equipamentos e baterias solares, deverá ser lançado por um Ariane 5 em 2003, mesmo ano do primeiro vôo tripulado do Hermes.
- 13 - Técnicos da NASA desligam alguns equipamentos eletrônicos do telescópio espacial Hubble para reprogramar seus computadores. Uma falha na transmissão de dados entre o telescópio e um satélite retransmissor confundiu o sistema que posiciona as antenas do Hubble, levando os técnicos a colocarem-no em desligamento parcial até resolverem o problema, o que levou alguns dias.
- 14 - Novos sinais são enviados à Galileu para tentar soltar sua antena principal, com resultados aparentemente negativos.
- 18 - A recém-criada Organização para a Exploração da Lua e Marte, subdivisão da NASA, apresenta seu projeto Artemis, que será executado entre 1992 e 1996. Três sondas Artemis entrarão em órbita lunar, enquanto que uma quarta, em 1996, pousará na superfície, transportando um telescópio e um carro explorador automático.

No mesmo dia, dados do satélite UARS, da NASA, confirmam a destruição da camada de ozônio da atmosfera terrestre. E técnicos americanos confirmam que fracassaram em abrir a antena da Galileu, e buscam meios diversos para receber os dados que a pequena antena auxiliar for capaz de transmitir.

- 22 - Cientistas envolvidos no projeto do NASP, National Aerospaceplane (Aeroespçonaplano Nacional), Figura 3, nos EUA, reclamam junto ao governo americano por causa dos cortes das verbas. Eles temem que a falta de fundos adie a construção dos primeiros protótipos, a partir de 1993. O NASP, ou X-30, deverá ser uma nave de corpo bojudado, com pequenas asas e estabilizadores verticais. Deverá ter entre 45 e 61 metros de comprimento, 28 metros de envergadura e massa entre 114 e 136 toneladas na decolagem. Terá cinco motores turbojato tipo scramjet e um motor fo-

guete de combustível líquido com 23 a 31 toneladas de empuxo, e deverá voar a Mach 25 (30.600 km/h).

- 23 - O controle da estação Mir passa para o Escritório que a projetou, o NPO Energiya (antigo Escritório de Serguei Korolyev, que projetou as primeiras naves soviéticas).
- 25 - Análises dos impactos de micrometeoritos no LDEF, lançado e recuperado pela NASA em 1984 e 1990, mostram que o lixo espacial será muito perigoso para a estação americana Freedom.
- 27 - A Rússia anuncia que deverá lançar em outubro de 1992 o primeiro "veleiro solar", uma nave automática dotada de uma vela circular de 22 metros de diâmetro. A Regatta, como é chamada, deverá voar em órbita por três dias, empurrada pela suave força das partículas emitidas pelo Sol. O projeto é responsabilidade do cientista V.S. Syromiatnikov, que desenhou o sistema de acoplamento da missão Apollo-Soyuz em 1975.

O Escritório de Projetos Yuzhonye, da Ucrânia, anuncia que cessará de produzir os foguetes ex-soviéticos Zenith (SL-16), e passará a produzir ônibus e aviões. A decisão foi resultado da dissolução do Ministério da Maquinaria Geral, que custeava a fabricação do Zenith e de outro foguete, o Tsyklon (SL-14). Porém, o governo ucraniano pretende realmente patrocinar uma missão de cosmonautas da República para a estação Mir em 1992.

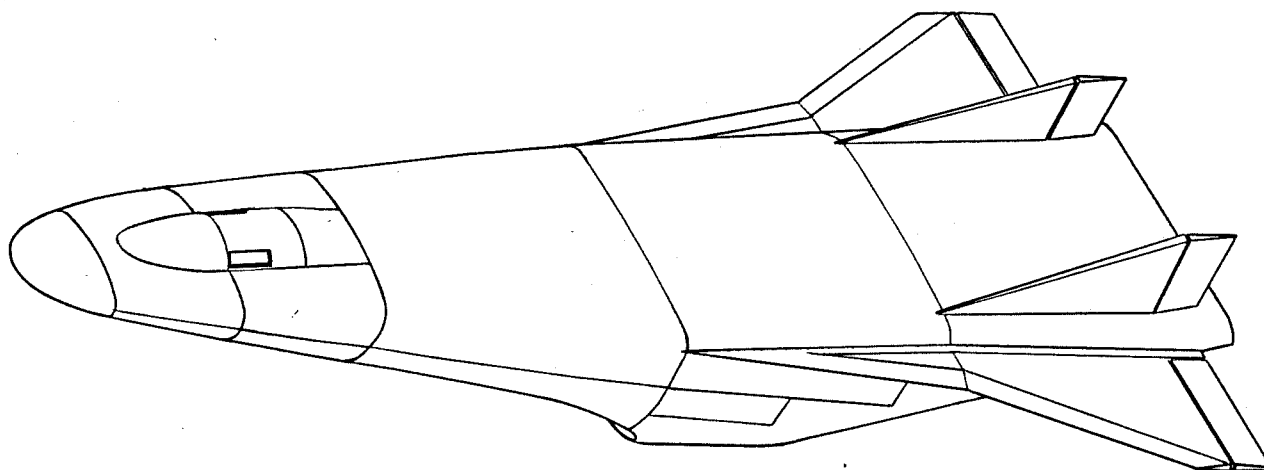


Figura 3. National Aerospaceplane - NASP (X-30).

***** BIOGRAFIA *****

Seção utilizada para apresentação da biografia de cientistas que contribuíram para o nascimento e desenvolvimento da Astronáutica.

FRITZ VON OPEL

JOSÉ MIRAGLIA (*)
Presidente da Comissão Técnica da ABAEE
Rua Vergueiro, 5954 - Ipiranga
04272 - São Paulo, SP

Industrial alemão. Desenvolveu vários experimentos com veículos propulsados a foguete. Nasceu em 4 de maio de 1899 em Russelsheim.

Opel estudou na Escola Técnica Superior de Darmstadt, obtendo o título de Doutor em engenharia. Passou a trabalhar na empresa de seu pai, a Adam Opel A.G., onde em 1928 tornou-se diretor geral.

Ao lado de suas funções administrativas, Opel foi um desportista nato, um entusiasta da velocidade. Participava de provas de automobilismo e motociclismo. Foi deste entusiasmo e de sua ótima condição financeira que surgiu seu interesse em utilizar foguetes de propelente sólido (pólvora negra) para impulsionar seus veículos, como carros, aviões, etc.

Suas experiências iniciaram a 18 de maio de 1928, em sua pista de provas automobilísticas, situada em sua casa em Russelsheim. O veículo denominado de Rak 2, nome derivado da palavra "rakete", foguete em alemão, foi concebido com o auxílio de Max Valier e Friedrich Wilhelm Sander. O veículo era um automóvel propulsado por uma bateria de 24 foguetes de pólvora negra ignitados eletricamente pelo piloto. Sua velocidade final oscilou entre 170 e 200 km/h.

Opel, entusiasmado, pediu a Max Valier um novo experimento, que culminou com um veículo sobre trilhos, não tripulado. Propulsado por um único motor foguete, testado em 23 de junho e 4 de agosto de 1928, num trecho da estrada de ferro que ligava Hannover e Celle, atingiu 180 km/h. Este veículo serviu de teste para o motor foguete, que seria utilizado para propulsar um planador projetado por Lippisch. Este planador foi dotado com dois foguetes de 20 kg cada e 140 kgf de empuxo. O planador foi destruído no quarto ensaio.

A 30 de setembro de 1929, Opel pilotou seu planador, denominado Opel-Sander Rak 1, construído pelo engenheiro Hartwig. Era impulsionado por 6 foguetes de pólvora negra, propiciando um empuxo de 300 kgf. Percorreu 2000 metros em 45 s.

Opel suspendeu definitivamente suas experiências quando seu Rak 4 foi totalmente destruído. Todavia em março de 1931 conseguiu patentes relativas à utilização de foguetes para propulsar aviões.

Opel foi um entusiasta, não um cientista, mas seus experimentos mostraram que os motores foguete a propelente sólido eram pouco confiáveis e por vezes imprevisíveis. Para propulsar veículos tripulados havia a necessidade de motores foguete confiáveis e reguláveis, foi dado assim o grande impulso para o desenvolvimento de foguetes a propelente líquido.

(*) Engenheiro químico, mestrando em propulsão no Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA).

***** CARTAS *****

Nesta seção os leitores têm a oportunidade de expressar suas opiniões e comentários sobre as matérias publicadas no Boletim AEN, sugerir modificações em sua estrutura, como a criação de novas seções, e assuntos para publicação. Os associados também podem usar a seção Cartas para fazer críticas à ABAEE, sugerir a realização de eventos, atividades a promover e publicações que a ABAEE deveria editar, bem como divulgar notícias destinadas a todos os associados. Colabore enviando suas cartas para o Editor do Boletim AEN. Sua participação é muitíssimo importante.

Caro Editor,

Desde muito, venho esperando maiores notícias da ABAEE. Estou decepcionado, pois esperava, apesar de trimestral, maiores vínculos após a minha associação a esta, então envio este comunicado solicitando informações sobre o atraso da entrega dos folhetos que aqui chegam.

Fui obrigado a afastar-me dos meus experimentos devido às intensas viagens com destino aos vestibulares do país, tendo a "sorte" de ser aprovado para física aqui onde moro. Espero que este curso possa vir a me ajudar em meus projetos.

Aspiro a informações sobre a aquisição da rica bibliografia que tem na biblioteca da ABAEE.

Sinto pela grotesca carta que envio, mas espero que esta venha a repercutir beneficentemente sobre o clube.

Grato pela atenção, certo de seu atendimento.

Fabiano S. Santos (13/91)
Ilhéus, BA.

Resposta:

Agradeço-lhe pela sua manifestação com relação ao atraso que este boletim vem sofrendo em sua publicação. O fato é que todos temos nossos compromissos familiares, profissionais e acadêmicos. Portanto, às vezes, resta pouco tempo para atividades extras como a ABAEE. Tentamos manter a publicação do boletim Aeroespçonáutica sem atrasos mas infelizmente no ano de 1991 isso foi impossível. A partir do próximo número do AEN, dois sócios da ABAEE daqui de Florianópolis passarão a auxiliar-me no trabalho de digitação, impressão, revisão e distribuição do boletim que até hoje vem sendo executado apenas por mim. Também a partir do próximo número usaremos um novo editor de textos visando uma melhor qualidade de apresentação do boletim.

Quanto à aquisição de bibliografias do Index-ABAEE, não entendi a sua pergunta, pois junto com o material inicial que enviamos aos novos sócios acompanha o Index-ABAEE. Nele é descrito na página dois o procedimento que você deve seguir para adquirir as referências bibliográficas. Observe apenas, conforme anunciado na seção "Informe AEN" deste boletim, que o endereço para solicitar referências foi alterado.

Justamente visando uma maior ligação com os associados, como você já deve ter lido neste AEN, passaremos a publicar o informativo bimestral "Notícias da ABAEE".

Desejo-lhe sucesso em seu curso de física.

Carlos H. Marchi, Editor/AEN

Prezados leitores:

Na condição de membro participante, aproveito para mandar um abraço a todos membros, leitores e parabenizar a toda diretoria da ABAEE pela dedicação e competência com que divulgam a ciência aeroespacial tão importante para a grandeza de nosso país.

Há mais de sete anos que estudo aeroespçonáutica. Sempre gostei do assunto. Eu lia bastante, conseguia informações recortando páginas de revistas ou pesquisando em livros. Em 86 reunimos alguns amigos e montamos um grupo de estudo. É importante o trabalho em grupo pois a soma de conhecimentos de cada um em determinada área tornam o projeto mais completo. Infelizmente, o grupo não existe mais por motivos diversos e não conseguimos pôr em prática algum projeto realmente inovador.

Continuei estudando sozinho, construindo também pequenos minifoguetes, adquiri também um kit da Aeroespacial, a didática do kit é boa mas os motores possuem baixo rendimento, valeu pelo ganho de conhecimentos.

À medida que ganhava experiência através de vários lançamentos partia então para

minifoguetes e motores maiores que construía. Cabe aqui expor o perigo de motores caseiros mal dimensionados que podem causar acidentes. Já tive problemas com motores que não raramente explodiam e só não causavam maiores estragos porque os testes eram realizados "dentro das normas de segurança". Deve-se sempre segui-las e se possível trabalhar somente com motores homologados.

Em 91 terminei um curso de eletrônica básica e digital e associei-me à ABAEE. Os boletins do AEN, as referências do Index e os programas computacionais são indispensáveis para quem quer se aprofundar no assunto.

Novamente estou pensando em organizar um grupo de estudo para um projeto mais complexo: construir um minifoguete experimental monoestágio com carga útil.

As características básicas do projeto são:

- alcance máximo vertical = 1500 metros;
- comprimento máximo do minifoguete = 80 cm;
- diâmetro externo da câmara de combustão = 4 cm;
- espaço para carga útil = 15 cm de comprimento; e
- peso máximo na rampa = 1,5 kg.

O sistema de ignição já está pronto, será eletrônico regressivo de 8 passos com indicação áudio-visual. O sistema de ejeção da carga útil e do pára-quedas também é eletrônico com temporização programável independentes que conta com um sensor instalado no alto da câmara de combustão garantindo o início da temporização somente após o "end burning".

A carga útil constará de aparelhagem fotográfica ou de medição.

Tudo isso não foi ainda testado em vôo, pois está faltando realizar os testes estáticos com o motor para verificar o empuxo. Poderão haver várias modificações no projeto final ainda. No momento estou preparando o motor para os testes. Os obstáculos técnicos estão sendo superados aos poucos. Como sempre, a prática não acompanha a teoria.

Não existe data certa para conclusão do trabalho, mas esperamos concluí-lo até o final do ano (1992). Certamente nós passaremos os resultados dos lançamentos para os leitores interessados e para a ABAEE.

Para encerrar, tenho algumas sugestões a fazer. O boletim AEN poderia trazer plantas de minifoguetes com todas as instruções para sua construção. Em relação aos sócios, poderiam ser confeccionadas carteiras da associação, bonés e camisetas, isso aumentaria a divulgação da entidade e criaria um espírito patriótico entre os membros.

Para finalizar, coloco-me a disposição para auxiliar possíveis problemas relativos a projetos que outros membros venham a ter.

Um abraço.

Jones E. Hahn - Fone (054) 221-1317
Rua Antônio José da Rosa nº 31 - Bairro COHAB
95030 - Caxias do Sul, RS

Resposta:

Agradecemos suas palavras de incentivo à continuação de nosso trabalho.

Gostaríamos muito de poder contar com sua participação no projeto do minifoguete experimental da ABAEE, o Vetor 3k.5, e colaborar em seu projeto. Aproveitamos para convidá-lo a escrever artigos sobre seus projetos já realizados para publicação neste boletim. Este convite é válido para todos os associados que queiram divulgar seus experimentos.

Carlos H. Marchi, Editor/AEN

***** ENDEREÇOS *****

Seção dedicada à publicação de endereços de organizações, institutos de pesquisa, grupos e pessoas atuantes em Aeroespçonáutica, Astronáutica e Aeronáutica, bem

como dos associados da ABAEE.

A seguir são relacionadas as informações relativas às pessoas que se associaram à ABAEE no último trimestre de 1991. Os números entre colchetes indicam a quantidade de associados já inscritos.

[82] LIZANDRO BOFF DE MELLO Fone: (0482) 22-4219
Rua Arminio Tavares, 23 - apto. 1001
88000 - Florianópolis, SC

[83] LUIZ ROBERTO DA SILVA TELHE Fone: (011) 468-1879
Caixa postal 565
08700 - Mogi das Cruzes, SP

*** ESPAÇOMODELISMO ***

Seção onde são descritas as técnicas usadas no projeto, fabricação e experimentação de espaçomodelos, e notícias de divulgação.

CONFEÇÃO DE TUBOS PARA ESPAÇOMODELOS

OZUALDO S. TOYODA (*)
Membro Efetivo da ABAEE
Rua da Passagem, 15/904 - Botafogo
22290 - Rio de Janeiro, RJ

INTRODUÇÃO

Aos que desenvolvem projetos próprios de espaçomodelo (EM), principalmente modelos em escala de foguetes reais, a disponibilidade de tubo de papel com as dimensões necessárias constitui-se um problema, uma vez que mesmo nas casas em que se comercializam kits de espaçomodelos, não há oferta desse material de forma avulsa.

Apresentamos neste AEN, uma técnica relativamente simples, que consiste na confecção de tubos de papel enrolados helicoidalmente, que permite obter um diâmetro e espessura constantes, conforme a especificação que se deseja. Devido ao tipo de papel empregado, o tubo confeccionado através desta técnica apresenta alta resistência, compatível com a necessidade do espaçomodelismo. Outro aspecto interessante deste método é que permite a confecção de tubos com comprimento teoricamente ilimitado.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Molde constituído por um tubo ou cilindro de qualquer material (PVC ou alumínio por exemplo), com diâmetro externo igual ao diâmetro interno do tubo a ser confeccionado. O molde tubular ou cilíndrico, não deverá estar amassado ou empenado, sob pena de não permitir um bom acabamento e dificultar a retirada do tubo confeccionado;
- Fita de papel kraft gomada. Esta fita é vendida em rolo, com largura variável (geralmente até no máximo 10 cm) e possui uma face gomada, que é umedecida no momento de sua aplicação, e é bastante empregado para fechamento de embalagens de papelão. O papel kraft é extremamente resistente, por conter fibras impregnadas muito fortes e abundantes. A largura da fita gomada não poderá exceder a

3,14 vezes o diâmetro do molde, e pode ser estimada pela seguinte relação:

$$L = 2,24 * D$$

onde: L = largura da fita gomada;

D = diâmetro do molde (ou diâmetro interno do tubo a ser confeccionado).

A constante 2,24 é empírica e é o valor que permite estimar a largura da fita que resulta num ângulo de enrolamento de aproximadamente 45 graus. É óbvio que dificilmente haverá no mercado uma fita com a largura calculada pela relação apresentada, devendo ser adquirida aquela com largura mais próxima possível.

- Diversos, tais como "durex", tesoura e pincel pequeno.

CONFECÇÃO DO TUBO

Para a confecção do tubo de papel, segundo a técnica aqui recomendada, os seguintes procedimentos podem ser seguidos:

- determinar o comprimento necessário de fita, enrolando-a helicoidalmente, sem recortar do rolo original de fita gomada, como mostra a Figura 1, até cobrir todo o molde. Marque o ponto de corte, recorte e terá o comprimento necessário. Aproveite e recorte outros pedaços com o mesmo comprimento, na quantidade necessária para permitir a espessura e diâmetro desejados.
- Enrole a primeira camada de fita de papel, com a face não gomada em contato com o molde para permitir um melhor aspecto interno e evitar que o tubo fique aderido ao molde. Fixe as extremidades com durex;
- Enrole as camadas seguintes, agora com a face gomada em contato com a camada anterior. Ajuste inicialmente o ângulo de enrolamento, dando algumas voltas sem umedecer a fita. Uma vez ajustado o ângulo correto, fixe a extremidade com durex e vá umedecendo a fita com esponja bem fina, pincel ou pano (evite excesso d'água e o faça por trechos não muito grandes) e enrole gradativamente.

ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DE PAPEL KRAFT

Apresentamos na tabela seguinte, as características dimensionais de alguns tubos confeccionados pelo autor.

diâmetro interno (mm)	número de camadas	espessura (mm)	peso linear (g/cm)
20	5	0.8	0.40
	6	1.0	0.47
26.3	4	0.65	0.60
38.1	4	0.65	0.60
	5	0.80	0.79
	6	0.90	1.07

RECADOS IMPORTANTES

A qualidade dos tubos confeccionados assim como a técnica a ser realmente empregada dependem da habilidade e prática de cada modelista. Assim, caso os primeiros tubos não saiam perfeitos, o que é bastante provável, não desanime. Com a prática

conseguem-se bons resultados.

Após a secagem, há uma contração acentuada do papel, que tende a aprisionar o tubo confeccionado em seu molde (quanto maior o diâmetro do tubo, mais acentuado o problema). Portanto, não demore demais em retirar o tubo de seu molde, após a sua confecção, se o diâmetro for superior a 20 mm.

Para dar um melhor acabamento e rigidez ao tubo de papel, aplique duas ou três demãos de dope (material utilizado comumente em aerodelismo) lixando com lixa d'água nº 400 a 600, após a secagem de cada demão.

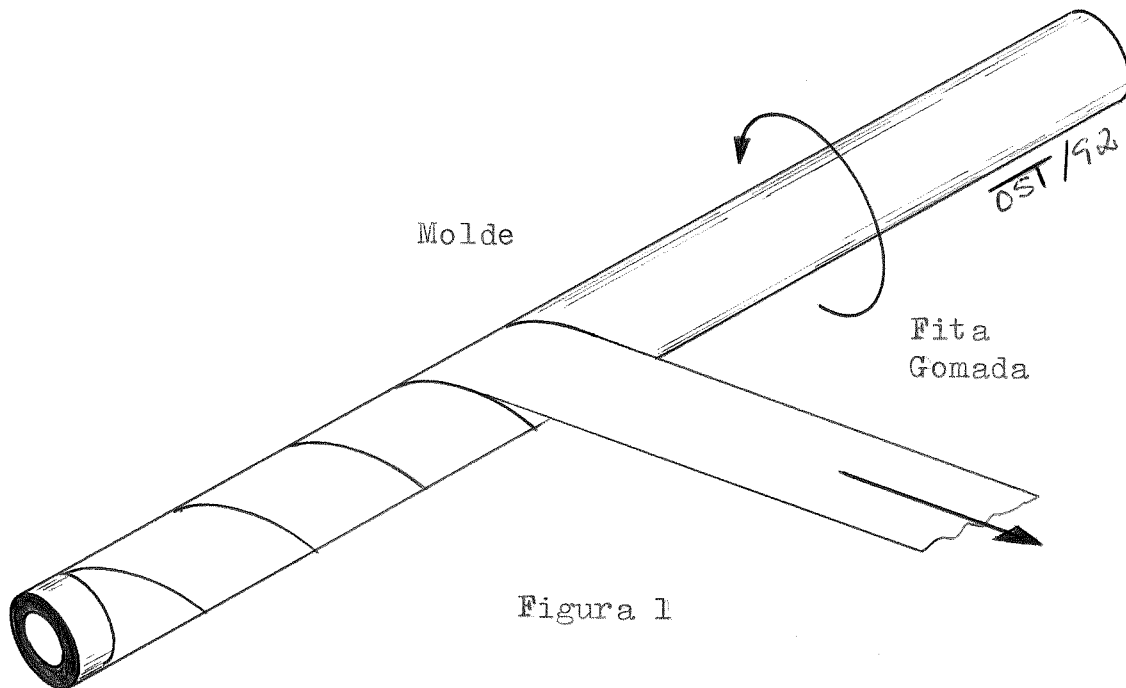


Figura 1

* Engenheiro mecânico, funcionário da Petrobrás.

***** DÚVIDAS *****

As dúvidas sobre Aeroespçonáutica e Astronáutica que os associados possuem são respondidas nesta seção pelos membros da Comissão Técnica da ABAEE. Envie suas dúvidas para o Editor.

Apresentamos a seguir uma série de quatro artigos de José Monserrat Filho.

1. Timidez Espacial
2. Em Debate, a Política Espacial do Brasil
3. Dos Tubarões no Espaço Cósmico
4. Enfim, a Agência Espacial Civil

JOSÉ MONSERRAT FILHO (*)
Membro Correspondente da ABAEE
Rua Joaquim Murтинho, 772/404, Sta. Teresa
20241 - Rio de Janeiro, RJ

TIMIDEZ ESPACIAL

O Centro Técnico Aeroespacial (CTA), em São José dos Campos (SP), subordinado ao Min. da Aeronáutica, escolheu o maior fórum mundial de questões espaciais, o 42º Congresso Internacional de Astronáutica (6-12/10, Montreal), para dar três recados:

1-O Veículo Lançador de Satélite (VLS), que o Brasil vem construindo desde os anos 70 e que integra a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), nunca teve nenhum de seus materiais e serviços desviados para qualquer aplicação militar;

2-Não se justifica, por isto, o embargo imposto pelos sete grandes países industrializados (G-7), através do Missile Technology Control Regime (MTCR), que, a partir de 87, fechou o acesso brasileiro às tecnologias e componentes necessários à conclusão do VLS. O resultado é que o VLS, previsto para 89, só poderá ser lançado em 95;

3-Embora decidido a manter o projeto, com ou sem bloqueio externo, o Brasil deseja recuperar a cooperação internacional com que contava desde os anos 60, e que sempre fez parte de seus programas espaciais.

Os recados, que provocaram muitas perguntas da platéia, foram dados pelo próprio chefe do projeto VLS, Jayme Boscov, envolvido há mais de 20 anos no programa espacial do país, em comunicação assinada também por outro engenheiro do CTA, A.F. Palmério. Boscov salientou que instituições e indústrias de vários países têm desejado participar do programa brasileiro, mas são impedidas pelos seus governos, cuja política "não favorece a participação do Brasil nos programas espaciais internacionais".

Cooperação foi a palavra mais ouvida no Congresso, pois a guerra fria acabou e os desafios espaciais são cada vez mais caros e complexos. O difícil é fazê-la abranger, também, os países subdesenvolvidos.

Em Montreal, o Brasil tentou virar o jogo. Mas, apesar do louvável esforço de Boscov, foi um lance tímido e sem a necessária decisão governamental. Quem deveria estar lá era, no mínimo, um ministro, prestando amplos esclarecimentos e propondo bons projetos de cooperação. Mas, o Brasil, país equatorial com reconhecida vocação espacial, não tem política para este setor fundamental hoje, como não tem outras tantas políticas de efetiva modernização do país.

Fonte: Jornal da Ciência Hoje, nº 240, 25 Out 91, p. 3.

EM DEBATE, A POLÍTICA ESPACIAL DO BRASIL

Nossos programas espaciais parecem estar renascendo, após mais de dois anos de letargia e indefinições.

Neste 15 de novembro, deve ser assinado o contrato para o lançamento do primeiro satélite todo concebido e produzido no Brasil, o SCD-1 (satélite de coleta de dados), pelo foguete norte-americano Pegasus. Esta, certamente, não era a melhor proposta, porque, ao contrário de outras, ela não inclui transferência das tecnologias de que tanto precisamos para concluir nosso próprio veículo lançador de satélites, o VLS, e nosso Centro de Lançamento em Alcântara, Maranhão, ambos a cargo do Ministério da Aeronáutica. Mas, pelo menos, vamos pôr em órbita o SCD-1, praticamente pronto desde 1988. Assim, a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), lançada em 1980, que envolve a produção de mais três satélites, além do VLS e do Centro de Lançamento, volta a ganhar vida.

Ao mesmo tempo, o ministro da Aeronáutica, Sócrates de Castro Monteiro, anuncia a possibilidade de criação de uma empresa privada, nacional ou estrangeira, para explorar comercialmente a base de Alcântara, localizada a apenas 2 graus ao sul da linha do Equador, privilégio que proporciona considerável economia de combustível e maior grau de segurança aos lançamentos espaciais (não por acaso, os europeus vieram lançar seus Arianes, hoje líderes absolutos do mercado de lançamentos, da base de Kourou, na nossa vizinha Guiana Francesa, a 4 graus ao norte do Equador). A idéia de criar uma empresa é sintomática. As autoridades brasileiras podem ter decidido apro-

veitar as vantagens comparativas do país, para gerar recursos econômicos e (tomara) tecnológicos, ao invés de manter nossas atividades espaciais rigidamente atreladas a concepções já superadas de segurança nacional.

Simultaneamente, depois de longo e inexplicável desinteresse, o governo brasileiro dispõe-se a reativar o programa sino-brasileiro, fruto do acordo firmado com a China em junho de 1988, para a construção de quatro satélites competitivos de sensoriamento remoto da Terra, um bom negócio hoje em dia. Valeram as duras queixas da delegação chinesa ao chanceler Francisco Rezek, nos encontros bilaterais na ONU, em setembro, reclamando do não cumprimento pelo Brasil de relevantes compromissos internacionais para cooperação em área de tecnologia de ponta. O secretário de Ciência e Tecnologia, Edson Machado, imediatamente acionado, viajou à China logo em outubro e retornou com o primeiro contrato assinado para a fabricação dos componentes necessários ao início do projeto. E, agora em novembro, uma missão chinesa vem acompanhar no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), em São José dos Campos, São Paulo, a montagem da estrutura de produção dos equipamentos imprescindíveis ao desenvolvimento do programa.

Por coincidência ou não, nesta hora de reanimação de nossos programas espaciais, Aydano B. Carleial, pesquisador do Inpe, lança seu ensaio "O Brasil no espaço - Uma proposta de modernização", ressaltando a "indispensável abertura e reorganização da área espacial no Brasil para atender aos desafios e oportunidades de hoje e do futuro". É urgente rever a política espacial brasileira para pôr em dia seu conteúdo e para lhe dar legitimidade, visibilidade e eficácia, afirma ele. Os programas, a seu ver, devem ser formulados e conduzidos com liberdade de informações e críticas e máximo espaço para o exercício das competências. E sete pontos são básicos: visibilidade, integração com a área de C&T, execução eficiente e descentralizada, orçamento por projetos, ênfase na qualidade, cooperação internacional pragmática, exigência de resultados imediatos.

O que o Brasil alcançou até agora no setor espacial, frisa Carleial, sempre ficou aquém do nosso potencial e não resultou de política bem fundamentada, nem de programa concebido com inteligência, financiado com firmeza e executado com eficiência pelo Governo. Segundo ele, um sistema anacrônico, visível há pelo menos uma década, ainda hoje comanda o setor, sendo essencial a reformulação de sua direção política, que segue sob controle militar.

O pesquisador salienta que o Programa Nacional de Atividades Espaciais não tem recursos assegurados e que os cronogramas de seus projetos são meramente "indicativos", não precisam ser respeitados, nem revisados se inviáveis. Na sua opinião, recursos desproporcionais da MECB são gastos em infra-estrutura e edificações, como a construção do Centro de Lançamento em Alcântara, MA, também base aérea. E o que mais prejudica o avanço do nosso foguete lançador (VLS) é a incapacidade de manter no Centro Técnico Aeroespacial (CTA), do Ministério da Aeronáutica, equipes técnicas com remuneração satisfatória e gerência moderna. A falta de recursos e o embargo externo ficariam em 2º e 3º planos.

Na visão de Carleial, nenhum projeto que investir em "pretensas transferências" de tecnologia espacial do exterior, sem investir quantias de maior vulto no próprio país, terá condições de prosperar. Ele entende que a competência interna deve ser suficiente para manter o comando da aquisição. E que contraria o bom senso e o interesse nacional a compra de tecnologia estrangeira por milhões de dólares, enquanto o esforço interno de desenvolvimento permanece à míngua.

Sua proposta de reestruturação do setor espacial compreende a criação da Comissão Nacional de Política Espacial (CNPE), encarregada de formular e revisar sempre que necessário a política espacial do país. A CNPE seria presidida pelo secretário de C&T da Presidência da República e composta de 15 membros nomeados pelo presidente da República: 9 membros do Governo, o presidente do Inpe e mais 5 cientistas e técnicos indicados por sociedades científicas e empresariais. O Inpe, convertido em fundação ligada à Presidência da República através da Secretaria de C&T, responderia pela implementação do programa aprovado. Prepararia seu orçamento e manteria relação ágil e direta com as agências espaciais estrangeiras. Mas os projetos, em grande parte, seriam executados fora do Inpe, em centros de P&D, Universidades, laboratórios e empresas contratadas.

Carleial está convencido de que deixar tudo como está é involuir, é voltar a só consumir produtos e serviço importados, é limitar nossa participação ao uso de dados e, assim, passar ao 4º mundo espacial. Ele observa que não faltam defensores para

esta trajetória retrógrada, mas enfatiza que é preciso reagir, evitar o desmantelamento dos centros espaciais de P&D, preservar e renovar as equipes de cientistas, engenheiros e técnicos, "nosso maior patrimônio".

Entre as boas idéias de Carleial, está a de estimular a discussão pública da política espacial brasileira. Esse debate já devia estar em pleno curso há muito tempo. Nunca é tarde, no entanto, para assumir as vantagens da trajetória democrática. Até porque pode ser altamente prejudicial e penoso seguir adiando ou iludindo o processo transparente e participativo de definições na área espacial, atitude que subestima a contribuição de importantes segmentos da sociedade brasileira interessados no estudo e uso do espaço para impulsionar nosso tão sonhado desenvolvimento.

Obs.: artigo recebido em 11 Nov 91.

DOS TUBARÕES NO ESPAÇO CÓSMICO

"Vivemos em um mundo de tubarões. Para conseguir alguma coisa, você tem que mostrar os dentes", me diz o pres. da Fed. Internacional de Astronáutica, Álvaro Azcarraga, que veio ao Rio participar da Semana Euro-Latino-Americana do Espaço (25-29/11), organizada pela Agência Espacial Européia (ESA) e Inst. Nac. de Pesquisas Espaciais (Inpe), do Brasil. Por sua vez, o diretor-geral do Inpe, Márcio Barbosa, me conta que um de seus sonhos é tornar o Brasil membro associado da ESA, como o Canadá. Para tanto, o ministro José Goldemberg, da Educação, quando secretário de C&T, fez pedido formal às autoridades européias, em junho.

Azcarraga menciona os tubarões ao criticar os novos princípios de cooperação espacial propostos no Comitê do Espaço da ONU por nove países, seis dos quais latino-americanos: Brasil, Argentina, Chile, México, Uruguai e Venezuela. Ele não crê na viabilidade de tratamento especial aos países em desenvolvimento, como pretende a proposta. Este privilégio incluiria a concessão de preferência nos programas de difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos e a exclusão da reciprocidade. Para Azcarraga, se um país nada tem para dar em troca, nada vai ganhar. Esta, a dura realidade do mundo. Nenhum país ajuda outro só por ajudar. Soluções apenas políticas, como a proposta, não dão resultado, pois forçam uma situação irreal. E isto, ainda segundo Azcarraga, não ocorre só com países pobres. As prósperas Nova Zelândia e Austrália pouco proveito tiram do espaço, não por causa do modo de cooperação existente hoje no mundo, mas porque elas não se esforçam nesta área. Ele cita a Espanha, seu país, que há vinte anos era muito atrasado. Hoje, EUA, URSS, Japão e os grandes da Europa buscam cooperação espacial com a Espanha, não pelos seus belos olhos, mas porque ela já realizou algo considerável no campo espacial: depois da França, Alemanha e Itália, é quem mais investe em projetos da Agência Espacial Européia.

Azcarraga julga que a melhor via da cooperação no espaço ou na Terra, hoje, não é exigir dos mais fortes: é, antes, postular-se, quer dizer, fazer esforço interno, investir, construir infra-estrutura, formar especialistas, ter política definida e a implementar com determinação. Ou seja, mostrar real empenho. A isto ele chama mostrar os dentes. Assim, a seu ver, entra-se no convívio e nas benesses dos tubarões.

Talvez Azcarraga tenha razão. Mas não de todo, certamente. Claro, para ser membro associado da ESA e beneficiar-se do intercâmbio com as grandes potências em área de ponta, o Brasil terá que demonstrar algo mais do que mero desejo e bem mais do que apenas abrir as portas e dizer "a casa é sua". Precisar-se-á comprovar na prática, como o Canadá o fez, que está indo fundo no negócio, com programas de médio e longo prazo, infundindo credibilidade e respeito. Ocorre que a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), aprovada em 79, nunca teve verba certa e até hoje só atingiu o objetivo de formar especialistas, que agora está perdendo como efeito dos baixos salários e da falta de continuidade dos projetos. O Programa Sino-Brasileiro, lançado em 88, apenas quatro anos mais tarde receberá os primeiros recursos para, enfim, deslançar, mas disto ainda não há sólidas garantias. Com tantos atrasos e indecisões, como evitar a imagem de parceiro pouco confiável? Urge, portanto, estabelecer uma política espacial firme, decidida, coesa e estável, que aproveite tudo o que já fizemos desde os anos 60 e o nosso imenso potencial.

Os erros que temos cometido, porém, não absolvem a prepotência e truculência dos tubarões no mundo moderno. Neste momento, por exemplo, os sete grandes países industrializados (G-7) mantêm fechado o acesso do Brasil à tecnologia de foguetes espaciais, por meio do Missile Technology Control Regime (MTCR). É simples ato de força. Nada tem a ver com as leis do mercado. Só admite uma justificativa: a lei do mais forte, ou seja, a lei da selva.

Daí que não cabe ser ingênuo, esquizofrênico ou oportunista. O desafio é entrar no jogo dos tubarões, com coragem e competência, para obter o melhor resultado possível. Com talento e habilidade, podemos até contribuir para civilizá-los mais um pouco, o que seria um favor para o mundo. Vale lembrar que, em passado não muito distante, eles já foram bem mais insensíveis e não defendiam tanto a democracia e os direitos humanos, como hoje. Isto ajuda. A verdade é que, sem grande esforço próprio e sem prática política de alto nível, os princípios propostos na ONU têm pouco chance de vingar.

Fonte: Jornal da Ciência Hoje, nº 243, 6 Dez 91, p. 6.

ENFIM, A AGÊNCIA ESPACIAL CIVIL

O Brasil pode criar em 92, Ano Internacional do Espaço, sua agência espacial civil. Já em janeiro, teremos o projeto do grupo de trabalho, que o pres. Collor formou em 5/12 para formular em 30 dias "proposta conclusiva" sobre a criação da Agência Espacial Brasileira (AEB), em lugar da Comissão Bras. de Atividades Espaciais (Cobae). O grupo é coordenado pela Secr. de Assuntos Estratégicos (SAE) e formado por representantes do Itamarati, Ministérios da Economia, Infra-Estrutura, Educação e Aeronáutica, Estado Maior das Forças Armadas e Secr. de C&T. Se necessário, pode convocar a indústria.

Antiga aspiração de especialistas da área, a iniciativa chega tarde. O atraso, aliás, é marca de nossos programas espaciais, que se movem como tartarugas. Mas, antes tarde do que nunca. Com a AEB, talvez possamos andar mais depressa, acelerar e até, quem sabe, recuperar muito do imenso tempo perdido em adiamentos e indefinições.

A AEB substituirá a Cobae, criada em 20/1/71 para assessorar o pres. da República como órgão "complementar" do Cons. de Segurança Nacional, extinto pela Constituição de 88, e contando com um observador do também extinto Serviço Nac. de Informações (SNI). Em 20 anos de Cobae, a obsessão da segurança logrou eclipsar, em boa parte, os assuntos propriamente espaciais. O Brasil espacial se tornou sigiloso. Nem o Congresso nem a opinião pública tinham acesso a ele. Alguns logram perceber a fraqueza política e científica da Cobae, que, não raro, só homologava o que já lhe vinha pronto. Submetida basicamente à orientação militar e sem ganhar projeção no país, a Cobae foi incapaz de promover a imprescindível cooperação espacial com outros países.

A AEB, pois, é operação civilista, especialmente para efeito externo. Busca apagar ou suavizar o caráter militar de nossas atividades espaciais e dar transparência ao uso de tecnologias sensíveis. Tudo para amaciar os sete grandes países industrializados (G-7), a começar pelos EUA. Desde 87, com o Missile Technology Control Regime, eles fecham ao Brasil as tecnologias e peças necessárias à construção do nosso veículo lançador de satélite (VLS), alegando fins militares (produção e venda de mísseis). Quem lança satélite pode lançar bomba. O foguete é o mesmo, claro. Daí que Collor, para acalmar em definitivo os EUA, decidiu também abrir as instalações nucleares do Brasil à inspeção, não só da Argentina, mas sobretudo da Agência Internacional de Energia Atômica, onde os americanos têm papel singular. Assim, com agência civil, energia nuclear controlada e foguete idem, ficam desarmados os que acusam o Brasil de planos militares suspeitos. Ficam? O Brasil já se curvou bastante e até hoje nada recebeu em troca. Vamos ver se o bloqueio ao VLS será agora levantado.

A AEB será ligada à SAE, definida como civil. Surgem dúvidas. A SAE, mesmo dirigida por civil, é vista como herdeira dos antigos órgãos de segurança nacional. Por que, então, não vincular a AEB à pasta de C&T, indiscutivelmente civil, como na maio-

ria dos países? Na França, quem fala pelos programas espaciais é o ministro H. Curien, de C&T. Na Alemanha, é o ministro H. Riesenhuber, de Pesquisa e Tecnologia. Na Itália, é o ministro A. Ruberti, das Universidades e Pesquisa. A recente reunião de cúpula da Agência Espacial Européia, que decidiu seu destino, foi encontro de ministros de Ciência e Tecnologia. Na SCT, os militares peritos em espaço estariam mais à vontade.

A AEB pode facilitar também a criação de consórcio para explorar comercialmente o lançamento de pequenos satélites a partir da base de Alcântara, no MA, a 2º ao Sul da Linha do Equador, tão boa ou melhor que a de Kourou, na Guiana Francesa, a 5º ao Norte, de onde partem os Arianes, líderes de um mercado de US\$ 7 bilhões. O que custa US\$ 90 milhões, em Cabo Canaveral/EUA, e 60, em Kourou, custaria 25, em Alcântara, estima-se. Pode ser uma mina de ouro. Já tem gente no Ministério da Infra-Estrutura vendo em Alcântara um futuro fator de barganha, como o petróleo é hoje para os árabes. Cuidado com os exageros.

Mas a AEB não deve ser só comercial, como já querem alguns. Deve estimular a C&T, levar adiante nossas pesquisas e seguir formando pessoal qualificado. Para isto, é urgente recuperar o Inst. Nac. de Pesquisas Espaciais (Inpe) e o Centro Técnico Aeroespacial (CTA), em São José dos Campos/SP, desorientados por falta de firme política espacial e massacrados por salários indignos. Só assim poderemos concluir a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) e o Programa Sino-Brasileiro, e entrar, enfim, na Era Espacial como produtores (e não apenas como consumidores).

Por tudo isto, a criação da AEB precisa ser processo aberto e arejado. Há que ouvir o maior número possível de pessoas e entidades interessadas, para que não se repitam os erros do passado e nossas investidas espaciais tenham ampla base de apoio na sociedade, como ainda não ocorreu.

Fonte: Jornal da Ciência Hoje, nº 244, 20 Dez 91, p. 5.

(*) Jornalista e jurista, diretor da revista "Ciência Hoje" e do "Jornal da Ciência Hoje", da SBPC, e membro do Instituto Internacional de Direito Espacial.

ESPECIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS

DE VEÍCULOS LANÇADORES

JOSE NIVALDO HINCKEL

Instituto Nac. Pesquisas Espaciais /INPE
São José dos Campos, SP

1. SUMÁRIO

Neste trabalho são apresentadas e discutidas as principais características dos Veículos Lançadores de satélites artificiais. É apresentada uma descrição resumida das missões espaciais realizadas pelos diversos países com acesso ao espaço e as missões programadas para os próximos anos. As missões espaciais são relacionadas com os requisitos dos Veículos Lançadores. As diferentes concepções e configurações de Veículos Lançadores e as missões a que estes atendem são apresentadas. Os parâmetros utilizados para especificar o Veículo Lançador para um satélite são discutidos.

2. INTRODUÇÃO

O presente trabalho visa colocar para uma audiência mais ampla da comunidade envolvida em atividades espaciais, seja como participantes do desenvolvimento de sistemas e componentes para uso espacial, ou como usuários de serviços decorrentes destas atividades, algumas características importantes dos Sistemas de Veículos Espaciais, a classificação destes Sistemas e os parâmetros envolvidos na escolha de um sistema de Veículos Lançadores.

O desenvolvimento de um Sistema de Veículos Espaciais é uma atividade extremamente complexa, requerendo acesso a uma grande variedade de tecnologias sofisticadas,

recursos humanos altamente qualificados, para atividades técnicas e gerenciais, recursos financeiros vultosos e planejamento a longo prazo.

Em países com domínio das tecnologias básicas, o desenvolvimento de um Sistema de Veículos Lançadores, demora, desde a concepção até a entrada do Veículo em serviço, um prazo que varia em geral de 6 a 12 anos. A vida operacional de um Sistema de Veículos Lançadores pode variar de 5 a 20 anos. Decorre daí a grande importância de um criterioso planejamento de missões espaciais com antecedência de até três décadas, para evitar que se disponha de um Veículo sem missão a realizar, ou que alguma missão importante seja inviabilizada por não se dispor de um Veículo Lançador adequado.

Historicamente, nem sempre foi este o caminho seguido no desenvolvimento dos Sistemas Espaciais. Em muitos casos foi feita uma adaptação de Veículos desenvolvidos para outros fins, transformados em Lançadores, especialmente os casos de mísseis intercontinentais.

3. DESCRIÇÃO DE MISSÕES ESPACIAIS

Por missão espacial entendemos o envio de algum artefato portando uma carga útil ao espaço. As tarefas a serem realizadas por estes artefatos podem ser extremamente variadas, requerendo órbitas com diferentes altitudes e inclinações e envolver instrumentos que pesam desde dezenas de quilos até algumas dezenas de toneladas.

Podemos inicialmente distinguir entre as missões envolvendo órbitas em torno da Terra e missões com o envio de artefatos em direção a outros corpos celestes.

Das missões voltadas para órbitas em torno da Terra, algumas são de particular interesse. A órbita geoestacionária é de particular interesse para satélites de comunicações pela sua característica de manter o satélite em uma posição fixa em relação a um observador terrestre, e a grande cobertura atingida a partir de cada ponto. Além de satélites de comunicação esta órbita é também utilizada para plataformas meteorológicas.

A órbita circular com altitudes variando entre 185 e 220 km e inclinação qualquer é comumente denominada órbita de espera ou de estacionamento (parking orbit). Esta órbita é normalmente utilizada para transferência para praticamente todas as outras órbitas.

A combinação de altitude e inclinação adequadas permite a realização de órbitas solssíncronas, de grande interesse para satélites de recursos terrestres, meteorológicos e de observação.

As missões com destino a outros corpos celestes, em ordem crescente de dificuldade e requisitos de propulsão, podem envolver apenas um vôo em trajetória hiperbólica próxima (fly by), aquisição de órbita em torno do alvo, seguida ou não de "aterissagem", e retorno à Terra [1].

4. CARACTERIZAÇÃO DE MISSÕES ESPACIAIS

Do ponto de vista dos requisitos do Veículo Lançador, os parâmetros mais relevantes de uma missão espacial são a massa do satélite e a velocidade característica da missão. A massa do satélite é determinada pela carga útil, subsistemas de suporte, estrutura e propelentes para manobras.

A velocidade característica é determinada pela órbita em que o satélite deve ser injetado e eventuais manobras para chegar a esta órbita.

A Figura 1 ilustra as velocidades características para missões espaciais em diferentes órbitas em torno da Terra. O sistema de coordenadas utilizado é um sistema geocêntrico estacionário.

A missão que requer a menor velocidade característica é a injeção em uma órbita de espera. Todas as outras órbitas são atingidas passando por esta órbita de estacionamento. A primeira curva tracejada à esquerda representa as órbitas elípticas com perigeu de 185 km de altitude.

A primeira curva cheia da esquerda para a direita representa as órbitas circulares a diferentes altitudes, coplanares com a órbita de estacionamento.

As outras curvas representam também órbitas circulares, porém com diferentes inclinações em relação à órbita de estacionamento.

A mudança da órbita de estacionamento para a órbita final é efetuada via trans-

ferência de Hohmann. Um impulso inicial coloca o satélite numa órbita elíptica tangente à órbita de estacionamento e à órbita final. Ao atingir o apogeu, um segundo impulso circulariza a órbita. A mudança de inclinação é realizada juntamente com as manobras de transferência.

Observamos que mudanças de inclinação em órbitas baixas, sofrem penalização, em termos de velocidade característica, extremamente elevadas, de aproximadamente 140 m/s por grau. Já para uma órbita de altitude geostacionária a penalidade para uma mudança de inclinação de 30° (um satélite lançado de Cabo Canaveral deve realizar uma mudança de inclinação de $28,5^\circ$) é de aproximadamente 360 m/s [2].

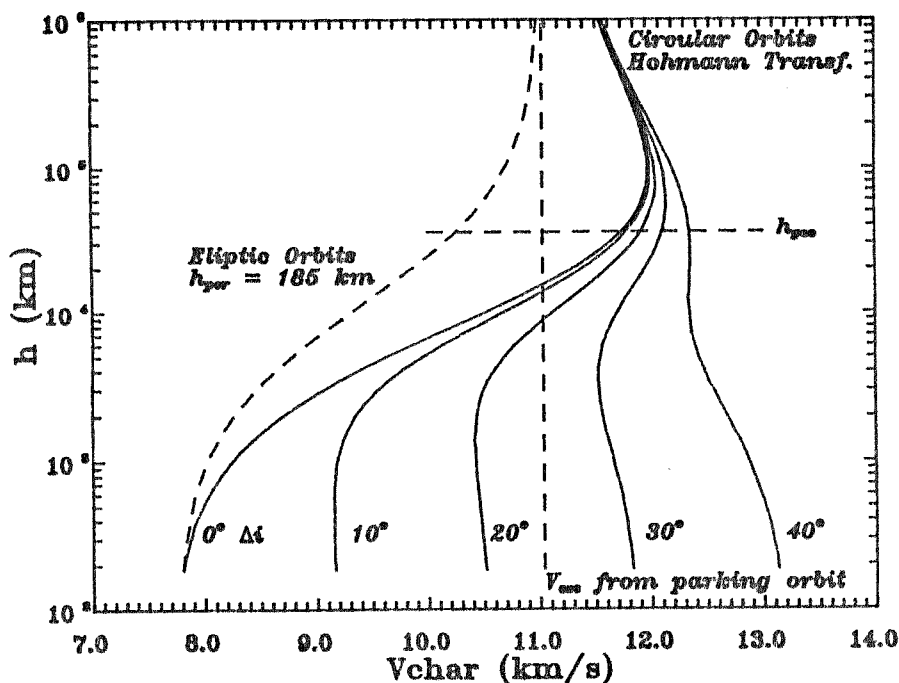


Figura 1. Velocidades características para diferentes órbitas em torno da Terra.

4.1 As missões espaciais mais solicitadas:

- Satélites de comunicações com bases fixas. Os satélites de comunicações para telefonia, imagens e dados constituem a missão espacial mais solicitada. Estes são satélites em órbitas equatoriais geostacionárias pesando entre 550 e 2000 kg (após impulso de apogeu).
- Satélites de rastreamento e retransmissão de dados (TDRS). Substituem as estações terrenas de rastreamento de Veículos Lançadores e estações de retransmissão. Conjunto de 4 satélites em órbitas geostacionárias pesando aproximadamente 2200 kg.
- Satélites de comunicações militares e de segurança. Satélites de comunicações com alvos móveis: navios, aeronaves e veículos terrestres.
- Satélites de auxílio à navegação (GPS). Conjunto de 28 satélites pesando entre 450 e 900 kg, em órbitas de 12 horas e altitude de 20200 km. Permitem aos portadores de receptores obter a sua localização geográfica com grande precisão.
- Satélites de recursos terrestres. Plataformas em órbitas polares voltadas para o estudo de recursos naturais terrestres através de sensoriamento remoto. Plataformas pesando de 1200 a 4000 kg.
- Satélites de observação. Plataformas para observação de alvos terrestres com grande precisão. Plataformas em órbitas baixas com grande capacidade de manobra, chegando a pesar até 15000 kg.
- Satélites para exploração do Universo. São plataformas localizadas em órbitas próximas a Terra, porém voltadas para a exploração do universo. Plataformas pesando desde algumas centenas de quilos até 20 toneladas.

Os satélites de comunicação atualmente operacionais, em órbita, são aproximadamente 60. As estimativas de lançamentos "comerciais" para a próxima década são de 200 a 270 satélites. Destes, aproximadamente 70% são satélites de comunicações, 13% são

satélites científicos e os 17% restantes são meteorológicos e de recursos terrestres [4,5].

5. TIPOS DE COMBUSTÍVEIS

Os combustíveis de foguetes classificam-se inicialmente em sólidos e líquidos.

5.1 Combustíveis sólidos.

Os combustíveis sólidos apresentam como principal vantagem a facilidade de armazenamento e a relativa facilidade de se construir motores com empuxo extremamente elevado. Os "boosters" do Space Shuttle produzem empuxo de aproximadamente 1500 toneladas.

5.2 Combustíveis líquidos.

Os combustíveis líquidos podem ainda ser divididos em combustíveis estocáveis e criogênicos. Os combustíveis estocáveis são líquidos à temperatura ambiente e podem ser armazenados com facilidade. Os combustíveis criogênicos são gasosos à temperatura ambiente e seu armazenamento deve ser feito em tanques refrigerados que entretanto apresentam perdas consideráveis quando armazenados por períodos longos.

Algumas combinações de combustíveis e oxidantes formam pares hipergólicos, que apresentam ignição espontânea ao entrarem em contato. Outros necessitam dispositivo especial para iniciar o processo de combustão.

Os combustíveis líquidos utilizados atualmente em ordem crescente de impulso específico são: hidrocarbonetos, hidrazina e derivados e hidrogênio.

Como oxidantes são utilizados tetróxido de nitrogênio e oxigênio líquido.

6. CARACTERIZAÇÃO DE VEÍCULOS LANÇADORES

Da mesma forma que para as missões espaciais, os parâmetros que melhor descrevem a performance de um Veículo Lançador são a sua velocidade característica e a massa satelizável.

Velocidade característica do Veículo é definida como sendo a velocidade que este atingiria se todo seu combustível fosse queimado na ausência de campo gravitacional ou outras forças externas.

A velocidade característica é uma medida ideal da capacidade de lançamento do Veículo. Para se obter a capacidade efetiva, devem ser computadas as perdas (gravitacionais, arrasto aerodinâmico, etc) e o ganho devido à rotação da Terra. As perdas gravitacionais em geral se aproximam de 1500 m/s. As perdas por arrasto aerodinâmico variam bastante de um Veículo para outro, em geral são da ordem de 250 m/s. O ganho máximo que se pode obter da rotação terrestre é de 450 m/s para um lançamento na direção leste a partir de uma base localizada próxima ao equador.

Na Figura 2 é mostrado o desempenho dos diferentes Veículos Lançadores desenvolvidos pelos Estados Unidos até o início da década de 70 [3]. A velocidade característica representada é o incremento total de velocidade transmitido à carga útil, considerando que o lançamento é efetuado na direção leste a partir da Base de Lançamento da costa leste dos Estados Unidos, situada a uma latitude de 28,5° Norte.

A seguir são listadas as principais características dos sistemas de Veículos Lançadores em fase operacional ou em desenvolvimento pelos diversos países com acesso ao espaço.

6.1 Estados Unidos.

Os Estados Unidos dispõem de três diferentes famílias de Veículos Lançadores não recuperáveis, derivados de mísseis intercontinentais e uma frota de três (mais uma em construção) espaçonaves reutilizáveis.

A configuração básica de cada Veículo é voltada para o lançamento em órbita baixa. A injeção em uma órbita de transferência é feita com o auxílio "upper stages" que em geral podem ser adaptados a vários Veículos.

Apenas algumas versões destes Veículos estão disponíveis para lançamentos comerciais. Uma descrição resumida de cada família de Veículos é apresentada a seguir.

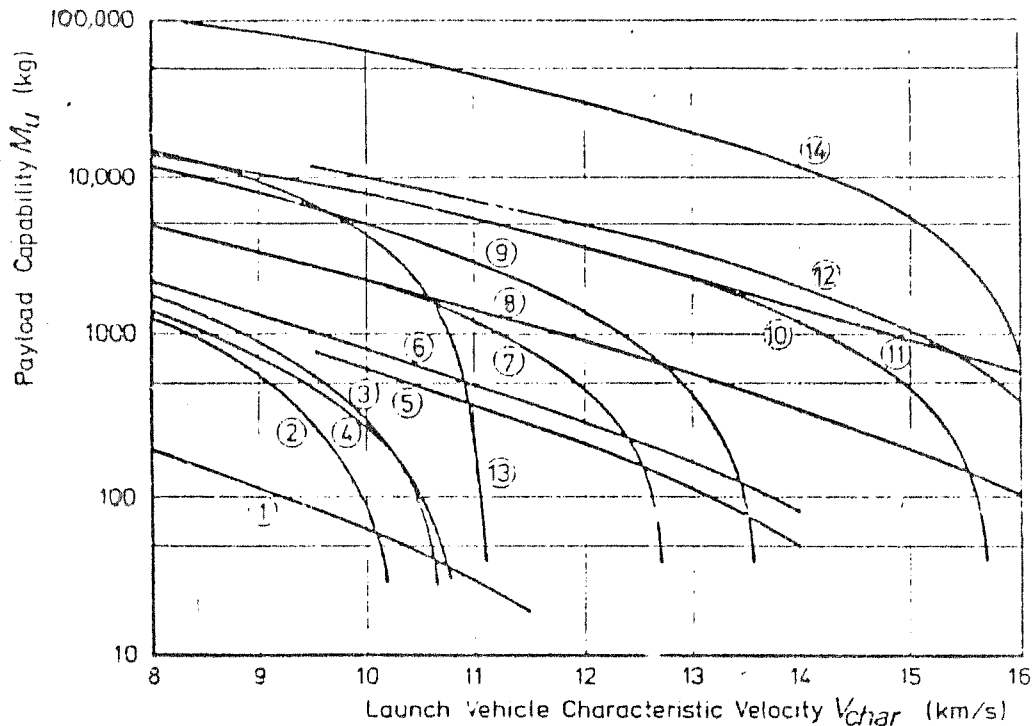


Figura 2. Launch vehicle payload capability as function of launch vehicle characteristic velocity. 1: Scout D (4-stage, Algol III first stage); 2: Delta 2310 (2-stage, 3 Castor II strap-ons); 3: Delta 2910 (2-stage, 9 Castor II strap-ons); 4: TAT (3C)/Agena (2-stage, 3 Castor II strap-ons); 5: Delta 2314 (3-stage, 3 Castor Delta 2914 (3-stage, 9 Castor II strap-ons, TE364-4 third stage); 7: Atlas D/Centaur (2-stage); 8: Atlas D/Centaur/TE364-4 (3-stage); 9: Titan IIIC (3-stage, 2 five-segment 120-inch strap-ons); 10: Titan IIIE/Centaur (3-stage, 2 five-segment 120-inch strap-ons); 11: Titan IIIE/Centaur/TE364-4 (4-stage, 2 five-segment 120-inch strap-ons); 12: Titan II7/Centaur (3-stage, 2 seven-segment 120-inch strap-ons); 13: Saturn IB (2-stage); 14: Saturn V (3-stage)

* Titan (Martin Marietta)
 -estágios: 2
 -combustíveis: N_2O_4/N_2H_4 - UDMH

* Atlas (GD/Space Systems)
 -estágios: 1 1/2
 -combustíveis: LOX/RP-1

* Delta (McDonnell Douglas)
 -estágios: 2
 -combustíveis:
 S1: LOX/RP-1
 S2: N_2O_4/N_2H_4 - UDMH

* Space Shuttle
 -estágios: 1 1/2
 -combustíveis:
 S1/2: sólido
 S1: LOX/LH₂

* ALS (Advanced Launch System)
 -Sistema de lançamento modular com capacidade para lançar cargas de 20 a 200 ton em órbita baixa a um custo de 1/5 dos Veículos atuais.

6.2 ESA

A família Ariane, desenvolvida pela ESA foi o primeiro sistema de Veículos Lançadores a adotar o conceito modular já a partir da concepção. Foi desenvolvido visando atender especialmente os lançamentos em órbita geoestacionária. A utilização de diversas combinações de "boosters" sólidos e líquidos permite a cobertura de uma larga faixa de cargas.

* Ariane 4
 -estágios: 3
 -combustíveis: S1: N_2O_4/U H25

* Ariane 5
 -estágios: 1 1/2
 -combustíveis: S1/2: sólido

S2: N₂O₄/U H25

S1: LOX/LH₂

S3: LOX/LH₂

6.3 Japão

* N-2 (NASDA)

-estágios: 2 1/2

-combustíveis: S1/2: sólido

S1: LOX/RP-1

S2: N₂O₄/Aerozina 50

* H-2 (NASDA)

-estágios: 2 1/2

-combustíveis: S1/2: sólido

S1: LOX/LH₂

S2: LOX/LH₂

* H-1 (NASDA)

-estágios: 2 1/2

-combustíveis: S1/2: sólido

S1: LOX/RP-1

S2: LOX/LH₂

* Mu-32-S (ISAS)

-estágios: 3 1/2

-combustível: sólido

6.4 China

* FB-1

-estágios: 2

-combustíveis: N₂O₄/UDMH

* CZ-3

-estágios: 3

-combustíveis: S1: N₂O₄/UDMH

S2: N₂O₄/UDMH

S3: LOX/LH₂

6.5 URSS

* SL-4 (Soyuz)

-estágios: 2 1/2

-combustíveis: LOX/querosene

* SL-9 (Proton)

-estágios: 2 1/2

-combustíveis: LOX/UDMH

* Energia

-estágios: 2 1/2

-combustíveis: S1/2: LOX/querosene

S1: LOX/LH₂

S2: LOX/LH₂

* SL-13 (Salyut)

-estágios: 2 1/2

-combustíveis: S1/2: N₂O₄/N₂H₄ - UDMH

S1: LOX/UDMH

S2: N₂O₄/N₂H₄ - UDMH

Nas Figuras 3a a 3c são mostrados os desempenhos dos diferentes Sistemas de Veículos Lançadores atualmente disponíveis, ou em fase final de desenvolvimento. São mostradas a capacidade de lançamento em órbita baixa, em órbita de transferência geoestacionária, em trajetória de escape e em órbita geoestacionária.

6.6 CLASSIFICAÇÃO DE VEÍCULOS LANÇADORES

6.6.1 Veículos Lançadores a combustível sólido.

O principal atrativo dos foguetes a combustíveis sólidos, utilizados como Veículos Lançadores de satélites, é a simplicidade tecnológica envolvida na sua construção quando comparada com os outros tipos de foguetes. A principal limitação deste tipo de foguete, como Veículo Lançador é a baixa capacidade de lançamento e a dificuldade de escalonamento para cargas maiores. Esta dificuldade está associada ao fato de a câmara de combustão ser constituída pelo próprio tanque de propelentes. À medida que aumenta o tamanho do Veículo, a massa estrutural cresce muito rapidamente, já que um veículo maior implica diâmetro de tanques maior, maior pressão no interior da câmara de combustão, ou maior número de estágios em paralelo. Um outro problema deste tipo de Veículo é o pouco controle que se dispõe sobre o nível de empuxo, que torna difí-

cil manter a aceleração do Veículo em níveis aceitáveis, principalmente no final de queima dos últimos estágios.

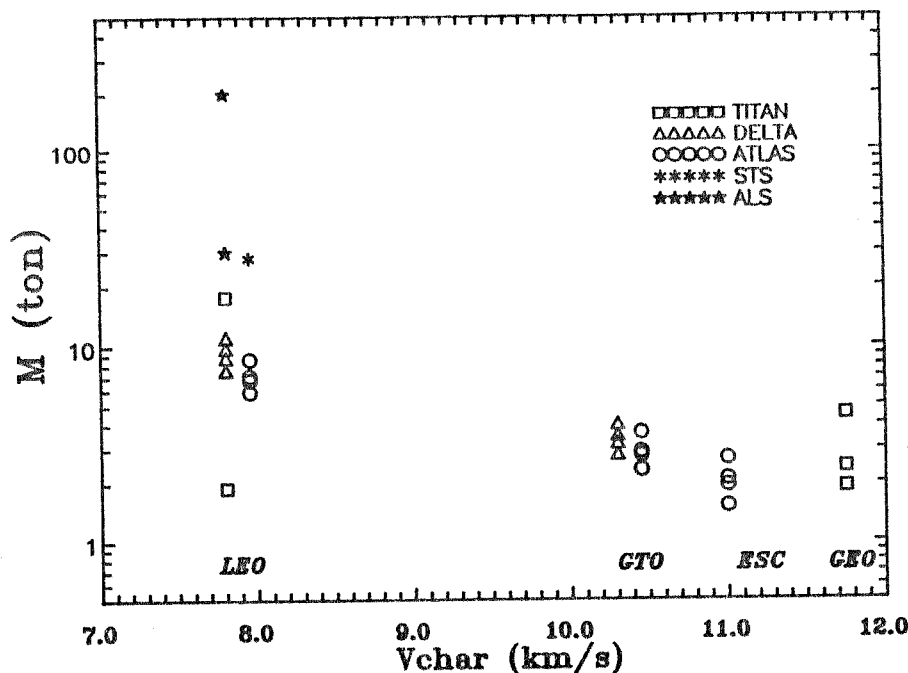


Figura 3a. Capacidade de lançamento de Veículos Lançadores americanos.

6.6.2 Veículos Lançadores a combustíveis líquidos.

Nos Veículos a combustíveis líquidos o problema do escalonamento do tamanho do veículo é menos crítico, já que neste caso os motores dispõem de sistema de pressurização autônomo e os tanques são mantidos a pressão baixa. Com isto a massa estrutural do veículo é consideravelmente reduzida.

Uma outra característica favorável destes veículos é o controle de empuxo dos motores que permite manter a aceleração ao longo da trajetória em níveis mais toleráveis para os equipamentos e principalmente para os tripulantes no caso de naves tripuladas.

O impulso específico dos combustíveis líquidos é também em geral maior do que o obtido pelos combustíveis sólidos.

Estas vantagens entretanto tem o seu preço. A fabricação dos motores a combustíveis líquidos envolve tecnologia muito mais sofisticada do que no caso de combustíveis sólidos. A fabricação dos tanques com peso reduzido e dispositivos de controle dos combustíveis é também muito mais complicada.

O empuxo dos motores a combustíveis líquidos variam em geral entre 50 e 200 toneladas (os motores F-1 do foguete Saturno-V produzem empuxo de 680 toneladas).

6.7 SSTO (Single Stage To Orbit).

Uma característica notável dos Veículos Lançadores é a sua enorme massa na decolagem. Isto se deve em grande parte à necessidade destes Veículos carregarem em seus tanques, não só o combustível, como também o oxidante. Surge naturalmente a pergunta: Por que não utilizar um motor que aspire o oxigênio do ar atmosférico? A resposta a esta pergunta requer uma análise cuidadosa.

Além da economia de peso do oxidante e tancagem o Veículo com motor aspirado apresenta também economia de peso de combustível já que motores aspirados proporcionam impulso específico muito maior do que motores autônomos (o impulso específico de turbinas aeronáuticas, ramjets e scramjets é da ordem de 10000, 3000 e 1200 s respectivamente; o impulso específico de motores autônomos varia de 300 a 460 s).

Por outro lado a utilização de motores aspirados provoca uma alteração radical na configuração do Veículo e em sua trajetória de ascensão.

A vantagem da maior eficiência dos motores aspirados é em grande parte contrabalançada pelo seu peso. A razão empuxo/peso de um motor aspirado é uma ordem de gran-

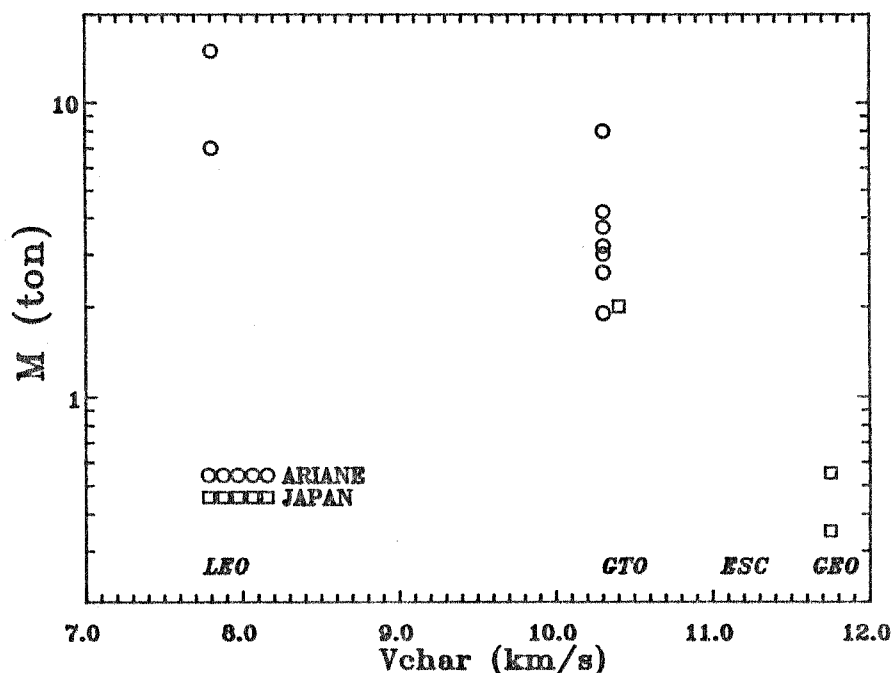


Figura 3b. Capacidade de lançamento de Veículos Lançadores europeus e japoneses.

deza inferior à do motor autônomo (uma turbina aeronáutica, CF6-80E1A3 possui empuxo de 32,7 toneladas e pesa 4,56 toneladas; os motores do Space Shuttle possuem empuxo de 213 toneladas e pesam cerca de 3 toneladas [7]). O motor autônomo opera em pressões muito mais elevadas e é muito mais compacto tanto em volume quanto em peso.

Desta forma a decolagem vertical fica impraticável para Veículos com motores aspirados. Para diminuir o peso dos motores é necessário que este Veículo decole horizontalmente com auxílio de sustentação aerodinâmica. Para isto temos que acrescentar também asas e trem de pouso ao Veículo aumentando sua massa estrutural. De certa forma estamos trocando um tanque de oxigênio por turbinas, asa e trem de pouso.

A motorização deste Veículo é naturalmente extremamente complexa já que este vai passar por diversos regimes de voo, desde a decolagem até número de Mach próximo a 25. Para a decolagem é necessário um motor turbinado. A partir de Mach 2,5 é necessário utilizar um ramjet e a partir de Mach 6 há a transição para o scramjet.

Para acelerar até a velocidade orbital com motores aspirados, a trajetória de ascensão deste Veículo é marcadamente diferente dos Veículos com motores foguete convencionais. Para que os motores disponham de empuxo suficiente o corredor de ascensão deve ser muito próximo da trajetória de pressão dinâmica máxima já que a diferença entre arrasto e empuxo é proporcional à pressão dinâmica.

Com isto o Veículo é submetido a enorme carga estrutural e térmica. A carga térmica sobre este Veículo é algumas vezes superior à carga a que é submetido o Space Shuttle na reentrada.

As dificuldades citadas acima fizeram com que até o presente este tipo de Veículo ficasse relegado à categoria de conceito interessante, já que a análise de capacidade de lançamento invariavelmente demonstrava "carga útil negativa".

Com o desenvolvimento de ligas extremamente leves e resistentes e isolantes térmicos capazes de resistir a temperaturas extremamente elevadas um Veículo deste tipo passou a ser exequível.

Um Veículo com esta configuração é o principal candidato da NASA para o desenvolvimento do NASP (National Aerospaceplane).

O HOTOL (Horizontal Take-off and Landing) proposto pela British Aerospace como sucessor para o Hermes, em desenvolvimento pela ESA, possui também esta configuração.

Análises preliminares indicam que dos combustíveis disponíveis atualmente o único que apresenta características adequadas para este tipo de Veículo é o hidrogênio. Para atingir velocidade orbital com um único estágio a fração de massa na decolagem é de aproximadamente 55% para um Veículo utilizando hidrogênio como combustível e de 85% no caso de utilizar JP-4 [8,9].

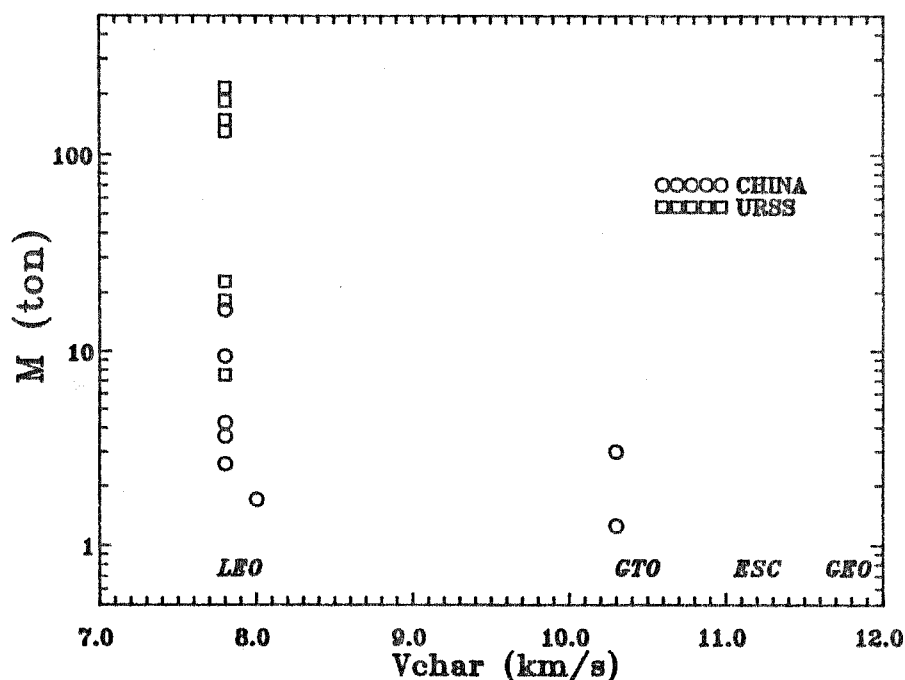


Figura 3c. Capacidade de lançamento de Veículos Lançadores soviéticos e chineses.

6.8 TSTO (Two Stage To Orbit).

Uma configuração que aproveite as vantagens dos motores aspirados para as baixas velocidades e por outro lado evite voo a velocidades extremamente elevadas na atmosfera densa é o TSTO. Este Veículo possui dois estágios. O primeiro é propulsionado por motores aspirados e acelera o Veículo até velocidade próximas a Mach 4 a 6. O segundo estágio é propulsionado por um motor foguete convencional e acelera até velocidade orbital, porém seguindo uma trajetória menos severa sob os aspectos de carga dinâmica e térmica do que os Veículos com propulsão aspirada em toda trajetória.

Da mesma forma que o SSTO este Veículo também decola e aterrissa horizontalmente. Tanto o primeiro estágio como o segundo, podem ser recuperados ou reutilizados.

O Sanger, em desenvolvimento pelo DLR (Alemanha) possui esta concepção.

REFERÊNCIAS

- [1] Meisl, C.J. Life-Cycle-Cost Considerations for Launch Vehicles Liquid Propellant Rocket Engine. **Journal of Propulsion** v. 4, n. 2, 1988.
- [2] Cornelisse, J.W.; Schoyer, H.F.R.; Wakker, K.F. **Rocket Propulsion and Spaceflight Dynamics**. Pitman, London, 1979.
- [3] McGolrick, J.E. Launch Vehicle Estimating Factors for Advance Mission Planning, NHB 7100.5B, NASA, Washington, 1973.
- [4] Space, June, 1990.
- [5] Jane's Spaceflight Directory (1987). Jane's Publishing Company Limited, London.
- [6] Garrison, P.W. and Stocky, J.T. Future Spacecraft Propulsion. **Journal of Propulsion** v. 4, n. 6, 1988.
- [7] Aviation Week & Space Technology, March 19, 1990.
- [8] Aerospace America, August, 1987.
- [9] Aerospace America, October, 1987.

Observações:

- 1-este trabalho foi apresentado no 1º Simpósio Brasileiro de Tecnologia Aeroespacial, 27-31 ago. 1990, em São José dos Campos, SP; e
- 2-artigo recebido do autor em 20 Dez 91 para publicação neste boletim.

3º SEMINÁRIO BRASILEIRO DE AEROESPACONÁUTICA - 3ºSEBAE

8 a 10 de outubro de 1992

São José dos Campos, SP

- Promoção: ABAEE

- Apoio: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE

Por favor, se você tem interesse em participar do 3º SEBAE, envie uma carta à ABAEE solicitando maiores informações sobre o seminário.

Estão previstas palestras de pesquisadores do INPE e do IAE/CTA, apresentação de trabalhos técnicos e de divulgação de membros da ABAEE, e lançamentos de espaçomodelos.

Informe-nos se há interesse de sua parte em apresentar trabalhos ou apenas assistir à exposição deles. Informe ainda se você precisaria receber algum auxílio financeiro para cobrir despesas de estadia e viagem.

Diretoria Executiva / ABAEE