

//  
//

```

A EEEEE RRRR OOO EEEEE SSS PPPP A CCC OOO N N A U U TTTT III CCC A
A A E R R O O E S S P P A A C C O O N N A A U U T I C C A A
A A E R R O O E S S P P A A C C O O N N A A U U T I C C A A
AAAAA E R R O O E S S P AAAAA C O O N N AAAAA U U T I C C A A
A A E R R O O E S S P A A A C C O O N N A A U U T I C C A A
A A EEEEE R R OOO EEEEE SSS P A A CCC OOO N N A A UUU T III CCC A A
C
CC
    
```

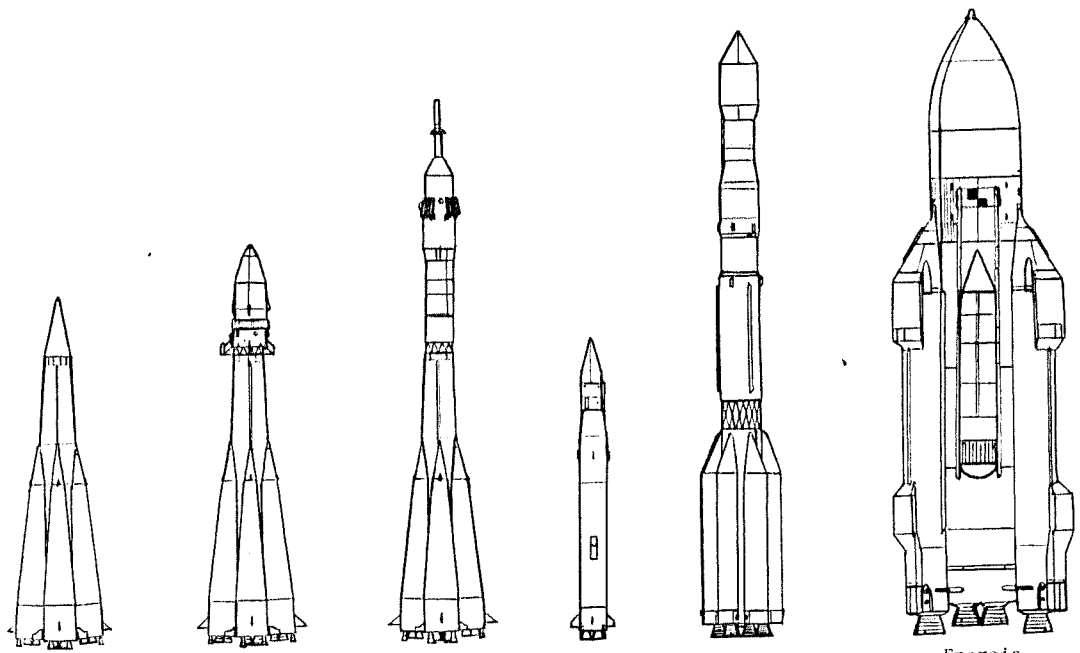
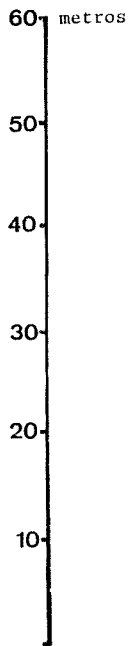
Publicação da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ATIVIDADES EDUCATIVAS ESPACIAIS - ABAEE

```

          1          33333          t          888 999
          11         3          t          8 8 9 9
          11         3          t          8 8 9 9
v v          11         n nn          ssss eee tttt          888 9999
v v          1         n n n          s e e          t          8 8 9 9
v v          1         n n n          s e e          t          8 8 9
v v          1         n n n          s e e          t          888 999
v          * 11111         n n          ssss eee tt          888 999
    
```



LANÇADORES ESPACIAIS SOVIÉTICOS



Os números indicam a carga útil orbitável a 190 km (em kg).

ver artigo à página 65

Reginaldo Miranda Júnior

EDITORIAL .....	54	A ASTRONÁUTICA .....	64
Seções: Biografia .....	54	Basílio Baranoff .....	
Cartas .....	56	O DESENVOLVIMENTO DOS FOGUETES-LANÇADORES SOVIÉTICOS .	65
Endereços .....	56	Reginaldo Miranda Júnior .....	
Espaçodelismo .....	57	PROGRAMA CGCARTEN - UMA FERRAMENTA A MAIS .....	66
Ficha Técnica .....	61	Ozualdo S. Toyoda .....	
Informe AEN .....	61	OTIMIZAÇÃO AERODINÂMICA DO MF SONDEINHA II .....	68
Prestação de Serviços .....	63	Laboratório de Atividades Espaciais - LAE .....	
Referências .....	63	OXIDANTES PARA PROPELENTES .....	69
		José Félix de Santana .....	

\*\*\*\*\*  
AEROSPAÇONÁUTICA, a ciência dos mini-foguetes.

\*\*\*\*\*  
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.  
\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ATIVIDADES EDUCATIVAS ESPACIAIS  
-ABAE

\* Associação civil, registrada e sem fins lucrativos. Criada em 12 Set 86 com o objetivo de congregar os grupos espaciais amadoristas, estimulando atividades de caráter educativo-científico através da pesquisa, desenvolvimento e experimentação de mini-foguetes.

\* CGC MF nº 53.319.521/0001-72

\* Diretoria (Mai/89 a Mai/91):  
Presidente: Carlos H. Marchi (Florianópolis-SC)  
Vice-Presidente: Basílio Baranoff (São José dos Campos-SP)  
Diretor de Segurança: José Félix de Santana (Carpina-PE)  
Assessor de Comunicação: José Miraglia (São Paulo-SP)  
Diretor Cultural: Marcelo M. Morales (São Paulo-SP)  
Diretor Técnico-Científico: Carlos H. Marchi  
Diretor de Operações: Ozualdo S. Toyoda (Rio de Janeiro-RJ)  
Secretário: Bernardo M. Besozzi (Florianópolis-SC)  
Tesoureiro: Sandro F. Hering (Florianópolis-SC)

\* Endereço: ABAEE  
Cx. Postal 1648 - Centro  
88001 - Florianópolis - SC

\* Atividades:  
1-publicação trimestral do boletim Aeroespçonáutica;  
2-promover anualmente o Seminário Brasileiro de Aeroespçonáutica (SEBAE);  
3-fornecer informações e cópias de livros, trabalhos, relatórios e notas técnicas publicados ou em poder dos associados;  
4-realizar visitas técnicas a institutos de pesquisa, laboratórios, campos de lançamento e empresas com atividades relacionadas às Ciências Aeroespaciais; e  
5-publicação de notas técnicas e normas sobre pesquisa, desenvolvimento e experimentação de mini-foguetes.

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
Boletim AEROSPAÇONÁUTICA - AEN

\* Publicação da ABAEE

\* Periodicidade: trimestral.

\* Editor: Carlos H. Marchi  
Cx. Postal 1648 - Centro  
88001 - Florianópolis - SC

\* Editor Associado: Ozualdo S. Toyoda  
Rua da Passagem, 15/904 - Botafogo  
22290 - Rio de Janeiro - RJ

\* Colaboradores deste número:  
Basílio Baranoff - São José dos Campos (SP)  
José Félix de Santana - Carpina (PE)  
José Miraglia - São Paulo (SP)  
Lab. de Ativ. Espaciais (LAE) - Florianópolis (SC)  
Ozualdo S. Toyoda - Rio de Janeiro (RJ)  
Reginaldo Miranda Júnior - Nova Friburgo (RJ)

\* AEN-1: 1ª edição (Out/88) = 20 exemplares  
2ª edição (Dez/88) = 10 exemplares

\* AEN-2: 1ª edição (Abr/89) = 30 exemplares

\* AEN-3: 1ª edição (Set/89) = 50 exemplares

\* Contribuições para publicação no boletim Aeroespçonáutica, na forma de artigos, notas técnicas ou informações para alguma seção, podem ser remetidas para o editor ou o editor associado em qualquer época; serão publicadas de acordo com a disponibilidade de espaço. O formato de datilografia ou manuscrito e tamanho da contribuição são livres.

-----  
Aeroespçonáutica - v.1 - n.3 - Set/89

- 53 -

\*\*\*\*\*  
EDITORIAL

Várias modificações e novidades foram implantadas neste terceiro número do boletim Aeroespçonáutica. A partir de agora ele é trimestral, possui um novo formato para a apresentação das matérias, conta com duas novas seções e um novo colaborador, e aumentou consideravelmente sua tiragem (de 30 para 50 exemplares).

Este novo formato é o meio que encontramos para aumentar a quantidade de informações por página e diminuir os custos de reprodução. Para esclarecer melhor: no AEN-2 o espaço útil era de 4320 caracteres/página e no AEN-3 é de 11040; o aumento foi de 156%. A justificativa para numerar cada coluna deve-se ao fato de cada uma delas conter 5520 caracteres que é um valor 28% superior àquele de uma página do AEN-2.

As duas novas seções são: "Informe AEN" que apresentará notas informativas; e, "Prestação de Serviços" que visa incrementar as atividades práticas em Aeroespçonáutica no Brasil.

O novo colaborador do AEN é Reginaldo Miranda Júnior, do Grupo de Maquetismo de Nova Friburgo (RJ). Ele apresenta neste número o artigo "O Desenvolvimento dos Foguetes-Lançadores Soviéticos". A partir do AEN-4 ele assinará a seção "Acontecimentos Espaciais no Mundo".

A terceira e última parte do artigo sobre o Projeto Falcão, do CEPEC, será apresentado no AEN-4.

Conforme descrito no Informe AEN, a ABAEE abriu inscrições para os interessados pedirem sua afiliação. O formulário encontra-se no fim deste boletim. Contamos com sua colaboração.

Outra notícia do Informe AEN é a realização do 2º Seminário Brasileiro de Aeroespçonáutica (2º SEBAE) de 10 a 12 de janeiro de 1990 na cidade de Florianópolis (SC). O LAE será o grupo organizador do evento.

Carlos H. Marchi

\*\*\*\*\*

Seção BIOGRAFIA

Destina-se a divulgar a biografia de pessoas que contribuíram para o nascimento e/ou desenvolvimento da Astro-náutica.

ROBERT H. GODDARD | JOSÉ MIRAGLIA  
Assessor de Comunicação  
da ABAEE - São Paulo (SP)

1882. Nasce Robert Hutchings Goddard, o Tsiolkovski da América.

1898. Aos 16 anos sua imaginação foi despertada pela série "Guerra nos Mundos" de H.G.Wells.

1899. Antes de qualquer pessoa ter voado em um aeroplano ou escutado uma transmissão de rádio, Goddard idealizou um invento que viajaria até Marte, seu grande sonho que o impulsionou pelo resto de sua vida.

1909. Começou a realizar pesquisas sobre sondagens da alta atmosfera.

1915 a 1918. As primeiras experiências foram realizadas com foguetes de pólvora. Estas experiências eram simples e engenhosas. Para estes estudos Goddard construiu uma câmara de combustão que podia variar de volume, de acordo com um jogo de tubos, a estas eram acopladas tubeiras de várias formas e dimensões; obteve resultados dos mais variados conseguindo determinar os parâmetros de um foguete ideal. Goddard conseguiu melhorar em 65% o rendimento dos foguetes a pólvora. Demonstrou ainda que no vácuo o rendimento aumentava mais 22%. Todas as experiências foram subvencionadas pelo Instituto Smithsonian de Washington.

-----  
Aeroespçonáutica - v.1 - n.3 - Set/89

- 54 -

Ainda neste período, com a entrada dos EUA na Primeira Guerra Mundial o exército americano tomou para si o encargo das pesquisas de Goddard. Estas prosseguiram em segredo num laboratório isolado do Instituto Politécnico de Worcester e depois nos laboratórios do Observatório de Mount Wilson, Pasadena na Califórnia. Iniciou trabalhos com alguns foguetes acionados a combustível líquido e obteve êxitos. Em novembro de 1918, Goddard apresentou e fez demonstrações com a precursora da bazooka, um tubo leve que disparava foguetes; estava criado o canhão sem recuo.

1919. Publicou seu primeiro trabalho técnico, uma monografia de 69 páginas, intitulado "A Method of Reaching Extreme Altitudes" (Um Método para Alcançar Altitudes Extremas) onde relata suas experiências com foguetes até então. Ainda neste ano, estudou a possibilidade de enviar uma carga de 1 kg de pólvora vitor (uma pólvora a base de magnésio) para a Lua, onde com o impacto a pólvora se inflamaria e o clarão vivo poderia ser visto da Terra.

1920 a 1925. Influenciado por Tsiolkovski, via estudos alemães, foi o primeiro cientista da América a compreender as vantagens dos propelentes líquidos para vôos interplanetários.

Abandonou de vez os propelentes sólidos e começou experiências direcionadas para os propelentes líquidos. Trabalhou muito com o oxigênio líquido como oxidante e propano, gasolina e o éter como combustível. Mostrou a possibilidade de se conseguir velocidades de ejeção de gases da ordem de 3400 m/s utilizando oxigênio e hidrogênio líquidos.

1926. Em 16 de março lançou em Auburn, Massachusetts, o primeiro foguete a combustível líquido utilizando oxigênio líquido e gasolina. O foguete atingiu a altura de 56 metros em 2,5 segundos, alcançando uma velocidade máxima de 102 km/h.

1927. Escreveu um ensaio autobiográfico, posteriormente publicado em 1959, onde reconheceu a influência das obras de ficção científica de Jules Verne e H. G. Wells, com as seguintes palavras: "eles afetaram maravilhosamente a minha imaginação, incitando-me a pensar sobre os caminhos e meios possíveis à realização dessas maravilhas".

1929. Lançou outro foguete do mesmo tipo e atingiu a altura de 300 metros. Continuou seus estudos graças a uma doação de 50 mil dólares, conseguida devido a intervenção do aviador Charles Lindbergh a favor de Goddard para com o milionário Daniel Guggenheim.

Suas pesquisas foram feitas em grande escala atacando sistematicamente vários problemas de fundamental importância, são eles: forma e resfriamento da câmara de combustão; disposição dos reservatórios de oxidante e combustível; e estabilização automática da trajetória de foguetes.

Convém ressaltar que Goddard retomou seu projeto de enviar um foguete à Lua, desta vez com um projeto mais arrojado. O foguete fotografaria ambas as faces da Lua e retornaria. Como os foguetes de Goddard até então eram balísticos puros, ou seja, sem estabilização automática, um lançamento à Lua seria impossível, assim iniciou os estudos com giroscópios.

1930 a 1932. Realizou numerosas experiências com uma câmara de combustão de 146 mm que pesava 2,27 kg. Acionada a oxigênio líquido e gasolina, esta câmara forneceu empuxo máximo de 131 kgf com duração de combustão de 20 segundos e velocidade de ejeção de 1700 m/s. Um foguete com 3 metros de altura, pesando 15,2 kg, e acionado por este motor, atingiu 600 metros de altura e uma velocidade máxima de 800 km/h. Vários lançamentos com foguetes desse tipo foram realizados, atingindo velocidades de 930 a 1185 km/h.

1935. A 31 de maio um foguete de 40 kg atingiu 12750 metros de altura, provido de estabilização automática e lançado no deserto do Novo México. Continuou muitos experimentos com foguetes até seus últimos dias.

1945. Morreu obscuramente sem o devido reconhecimento. Goddard era um físico excepcional e um experimentador engenhoso. Conhecia bem mecânica, sendo capaz de traduzir os dados teóricos em construções tecnológicas. Sua vida foi cheia de ironias: seu professor de física no Caltech (Califórnia Institute of Technology) foi Hsue Chen-Tsien, o chinês que anos mais tarde regressaria à China de Mao Tsé-Thung e ali iniciaria o moderno programa de mísseis balísticos chineses.

Goddard tirou cerca de 150 patentes sobre foguetes, sem receber o merecido reconhecimento oficial. Somente muitos anos após a sua morte, sua viúva, Esther Goddard, receberia da NASA um milhão de dólares como pagamento dos royalties, e um grande centro de pesquisa construído em Maryland seria batizado com seu nome, Goddard Space Flight Center. E, na Lua ele teria uma cratera com seu nome a poucos quilômetros de outra cratera denominada Tsiolkovski.

#### Referências:

- [1] ARGENTIERE, R. "A Astronáutica". Edições Pincar, 1957.
- [2] MOURÃO, RONALDO R.F. "Astronomia e Astronáutica". Francisco Alves, 1982.
- [3] Revista Planeta. "Aventura Espacial; volume especial".

\*\*\*\*\*

#### Seção CARTAS.

Expõe críticas e sugestões dos leitores sobre as matérias apresentadas no boletim Aeroespaçonáutica.

... depois de uma geral sobre as seções, já senti que a edição foi espetacular (AEN-2), pelo menos para mim. Sensacional o programa CPTELA da Toyoda, ajudará muito na determinação das empenas.

Elias Más Jacintho - São Paulo (SP)

Acuso o recebimento do excelente boletim Aeroespaçonáutica 2. A composição gráfica, a qualidade dos artigos e a seleção das seções do AEN são primorosas.

Reginaldo Miranda Júnior - Nova Friburgo (RJ)

Após folhear os dois exemplares (AEN-1 e AEN-2) fiquei muito interessado nos assuntos apresentados e pela variedade de temas. É realmente uma publicação que faltava no Brasil.

... duas sugestões e pedidos importantes, devido a grande falta (lacuna) que sentem a maioria dos grupos, que são: a inclusão de novas seções, tais como invenções (sistemas, instrumentação), novidades (técnicas, eletrônicas), microinformática (programas em Basic); e, desenvolvimento de equipamentos técnicos (kits) para bancada de testes estáticos, que poderão ser adquiridos (comprados) na ABAAE, cobrindo os grupos todas as despesas em componentes e correio.

... Faz-se necessário (urgentemente como o Projeto X-1) para os devidos fins, o desenvolvimento futuro de instrumentos registradores (medidores) elétricos e eletrônicos, que sirvam como subsídios e apoio para os lançamentos, interpretações de experiência, tais como: dinamômetros, manômetros e termômetros ...

Carlos Cássio Oliveira - Salvador (BA)

Suas sugestões foram anotadas, Cássio. A seção Prestação de Serviços cobrirá uma delas.

\*\*\*\*\*

#### Seção ENDEREÇOS

Divulga endereços de organizações, institutos de pesquisas, indústrias, universidades, laboratórios e grupos de pesquisas, do Brasil e do exterior, cujas atividades estejam relacionadas às Ciências Aeroespaciais. Divulga, também, o nome dos associados da ABAAE e leitores do boletim AEN.

Os endereços (43) a (48) são de novos leitores do boletim. E, nos endereços (49) a (67) são apresentados dezenove grupos estrangeiros que desenvolvem atividades com mini-foguetes.

(43) Reginaldo Miranda Júnior  
Grupo de Maquetismo de Nova Friburgo - CMNF  
Rua Sete de Setembro, 112 - Centro  
28605 - Nova Friburgo - RJ

(44) José Orlando Daros  
Rua João Teodoro, 1243 - Bairro do Pari  
03009 - São Paulo - SP

(45) Flávio Barcelos Diehl  
Av. Palmeira, 445 - Petrópolis  
90430 - Porto Alegre - RS

(46) Gilberto S. Sgarbi  
Rua Mário Viana, 758/401 - Santa Rosa  
24240 - Niterói - RJ

(47) Marcelo Mecchi Morales  
Rua Dr. Nicolau Souza Queiroz, 649  
Apto. 121 - Bloco A - Vila Mariana  
04105 - São Paulo - SP

(48) Hélio da Costa Solha  
Instituto de Atividades Espaciais - IAE/CTA  
12200 - São José dos Campos - SP

- (49) Belgische Vereniging voor Raketonderzoek - BVRO  
Brielstraat, 3E  
9800 Deinze - BELGIUM
- (50) Dansk Amator Raket Klub - DARK  
Vinkelager 25 - Vanlose  
2720 Copenhagen - DENMARK
- (51) International Rocket Association - IRA  
Fafnervagen 13  
18264 Djursholm - SWEDEN
- (52) Jeunesse et Science - JS  
Place de la Gare de Sivry  
6574 Solre St Géry - BELGIUM
- (53) Nederlandse Vereniging voor Raketonderzoek - NERO  
Beemdstraat 11  
5662 RN Geldrop - NEDERLAND
- (54) Polish Astronautical Society - PAS  
00-131 Warsaw ul. Grzybowska  
6/10 nr.422 - POLAND
- (55) Deutsche Gesellschaft fur Luft und Raumfahrt - DGLR  
Falkenberg 32  
56 Wuppertal - WEST GERMANY
- (56) Club of Earth and Space Sciences - CESS  
Assiut University  
Assiut - EGYPT
- (57) Stichting Jongeren Werkgroep voor Ruimtevaart  
P.O. Box 3068  
1003 AB Amsterdam - NEDERLAND
- (58) Youth & Space  
Grondals Parkvej 110 St.t.v.  
2720 Vanlose - DENMARK
- (59) Club Espace de Pau - CEP  
F. Massey  
Place Albert I,3  
Pau - FRANCE
- (60) Groupe Scientifique d'Arras - GSA  
Cour de Verdun, 7  
62000 - Arras - FRANCE
- (61) Club Aerospatiale Auxerrois - CAA  
B.P. 15  
89600 St Florentin - FRANCE
- (62) Club Elan - ENSMA - SSRPPL  
Rue Guillaume VII  
86000 Poitiers - FRANCE
- (63) CIFE  
Bd Bergson, 19  
95200 Sarcelles - FRANCE
- (64) Fondation Aerospatiale de Recherche et de Conception  
d'Engins (FARCE) - ENSICA  
Rue Louis Plana, 161  
31500 Toulouse - FRANCE
- (65) Club Lyonnais d'Expérimentation Spatiales - CLES  
Denis Psoimiades  
Allée des Mésanges, 214  
69390 Charly - FRANCE
- (66) CERAM  
Place du 14 Juillet, 6  
93100 - Montreuil - FRANCE
- (67) MAC  
Alain Brousse  
Av du Prado, 560  
13008 Marseille - FRANCE

\*\*\*\*\*

Seção ESPAÇOMODELISMO

Descreve as técnicas utilizadas no projeto, fabricação e experimentação de mini-foguetes educativos (construídos com materiais não-metálicos e com pequena carga de propelente), bem como os meios de análise dos resultados de seus ensaios estáticos e lançamentos. Também descreve as

normas de segurança e os equipamentos empregados nas experimentações com mini-foguetes educativos.

ESPAÇOMODELISMO

OZUALDO S. TOYODA  
Diretor de Operações  
da ABAEE - Rio de Janeiro-RJ

Após divulgar as normas do espaçomodelismo da NAR (AEN n.2), neste número será descrito o espaçomodelismo típico (mini foguete educativo segundo a ABAEE), ainda, conforme os padrões daquela entidade americana.  
A ABAEE fica a sugestão: adotar a citada norma para esta atividade, modificando-a ou complementando-a se necessário, através de revisões regulares.

O ESPAÇOMODELO TÍPICO

A Fig. 1 apresenta a concepção básica de um espaçomodelo típico.

Na sua construção, apenas empregam-se materiais não metálicos e leves como o papelão (tubo), madeira balsa (aletas, seções de transição e ogivas) e plásticos (ogivas e seções diversas). Um mínimo de material metálico é permitido em cargas úteis (componentes eletrônicos, etc) e outros dispositivos menores.

O peso total de um espaçomodelo está restrito, pelas normas da NAR, a 1500 gramas.

Nos EUA existem vários fabricantes de kits de espaçomodelos (Estes, Century, FSI, etc) com inúmeros modelos a disposição. Aqui no Brasil houve uma recente tentativa de se introduzir o espaçomodelismo através da Brasil Aeroespacial numa iniciativa pioneira de B. Baranoff (kit Sondinha II) e de uma casa de aeromodelos de São Paulo (kits Pássaro Negro e Ônibus Espacial).

O conteúdo típico de um kit de espaçomodelo é apresentado na Fig. 2.

Todo o espaçomodelo deve, segundo normas da NAR (e por bom senso), possuir um sistema de recuperação, seja por pára-quedas, streamer (fita) ou outro meio que impeça o engenho de retornar ao solo em velocidade elevada. A ejeção do pára-quedas ou streamer é realizada pirotécnicamente através de uma carga de ejeção existente no próprio propulsor.

Quanto ao número de estágios, um espaçomodelo deve conter no máximo três, tendo em vista que o modelo pode facilmente mudar sua trajetória e não é difícil acontecer de o terceiro estágio seguir uma trajetória horizontal ou até mesmo descendente ainda na fase propulsada.

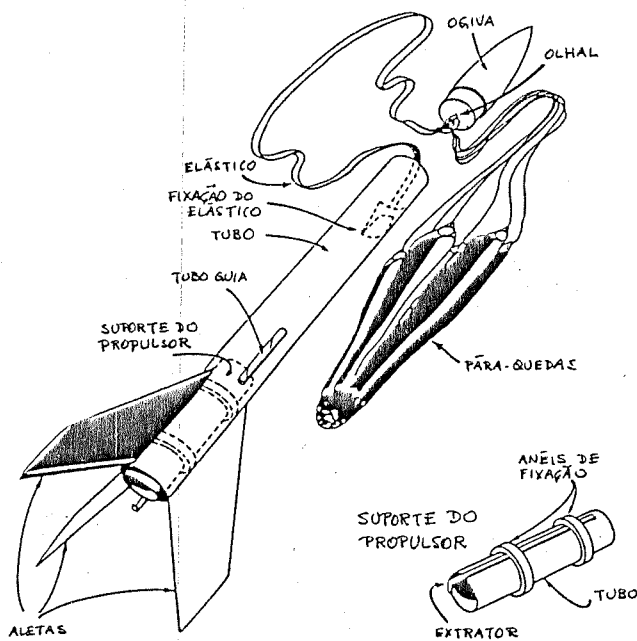


Figura 1. Concepção de um espaçomodelo típico.

O VÔO TÍPICO DE UM ESPAÇOMODELO

O vôo típico de um espaçomodelo monoestágio pode ser visualizado na Fig. 3.

As alturas atingidas normalmente não ultrapassam os 1000 metros.



Figura 2. Típico kit de espaçomodelo para iniciantes.

As fases de um vôo típico compreendem:

- a) a fase propulsada;
- b) a fase não propulsada ascendente, com geração de fumaça para permitir rastreamento óptico e ao mesmo tempo a temporização pirotécnica para ativar a carga de ejeção do pára-quedas;
- c) a fase de queda livre (a menor possível);
- d) ejeção do pára-quedas (ou qualquer outro dispositivo de recuperação), preferencialmente logo após o apogeu; e
- e) a fase descendente com sustentação, até o impacto.

#### APLICAÇÕES TÍPICAS DE ESPAÇOMODELOS

Sem dúvida, a aplicação mais nobre do espaçomodelo é como suporte educacional (daí a feliz denominação de tais engenhos pela ABAEE: mini foguete educativo). Afinal, por trás do lançamento de tais "simples" engenhos, estão envolvidos conceitos de física, química, matemática, eletricidade e até mesmo de eletrônica e arte industrial.

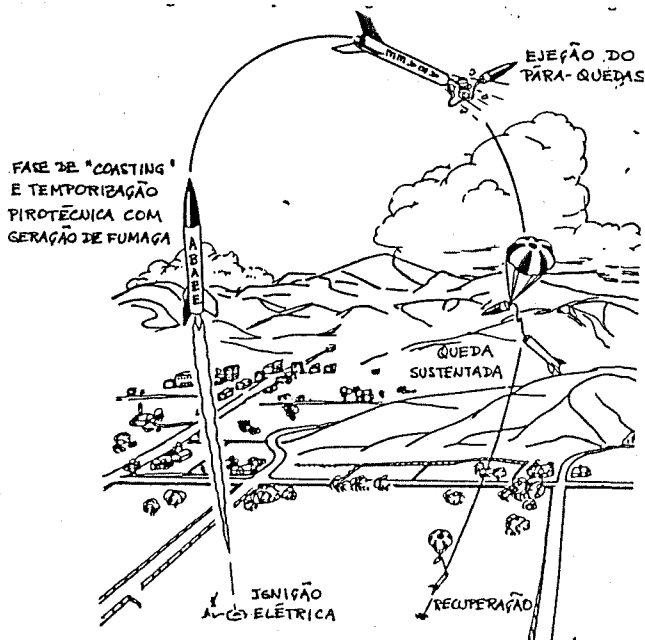


Figura 3. Vôo típico de um espaçomodelo.

Assim, aquelas teorias normalmente ensinadas na escola podem ser melhor compreendidas e assimiladas, através da prática do espaçomodelismo.

Os espaçomodelos são também empregados com finalidade puramente recreativa (principalmente nos EUA), para pesquisas amadoras, fotografia aérea, e às vezes até em experimentos científicos profissionais e em atividades comerciais (filmes, artes industriais).

#### PROPULSOR DE ESPAÇOMODELOS

Os propulsores de espaçomodelos são manufacturados e homologados criteriosamente e, por si só, merecem um capítulo à parte, e será detalhado no próximo AEN, nesta mesma seção.

NOTA: as figuras que ilustram esta seção foram extraídas e adaptadas do livro *The Rocket Book*, de Cannon e Banks.

#### NOTÍCIAS DO ESPAÇOMODELISMO

Como o prometido anteriormente, inauguramos esta subseção destinada a reportar o que se faz no campo do espaçomodelismo. Assim, todos aqueles que quiserem reportar suas atividades poderão enviar suas notícias.

No dia 21 Abr 89, realizamos o 2º lançamento do SUPERNOVA-I (Foto 1), um bi-estágio projetado originalmente para os propulsores da Brasil Aeroespacial (Sondinha II). O vôo no início foi regular, porém, ao contrário do que se observou no 1º lançamento deste engenho que foi perfeito, no momento da ignição do 2º estágio o conjunto alinhou-se contra o vento (moderado), razão pela qual sua trajetória final foi praticamente na horizontal e o modelo foi perdido. Para evitar este tipo (perigoso e totalmente indesejável) de comportamento, o próximo SUPERNOVA-I deverá contar com um propulsor do 1º estágio (booster) de maior empuxo, para que o conjunto inicialmente adquira maior aceleração e menos vulnerabilidade a ventos laterais.

O LAE, de Florianópolis, reporta que construiu um mini banco de ensaio estático e registrará a curva de empuxo-tempo de alguns propulsores do Sondinha-II (Brasil Aeroespacial).

O CEPEC continua seriamente desenvolvendo seu propulsor dotado de tubeira para espaçomodelos, e tão logo melhore as condições atmosféricas na região de Carpina, deverá ensaiar três protótipos em banco. Aliás, sob este aspecto, estamos realizando intercâmbio técnico visando a, numa primeira etapa, desenvolver um propulsor para a réplica do Sonda-III, em desenvolvimento tanto pelo CEPEC como por nós.

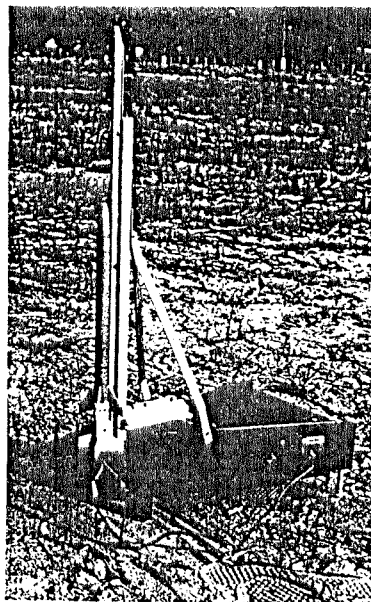


Foto 1. O SUPERNOVA-I antes de seu 2º lançamento (abril/89).

Na Foto 2, vemos a réplica de um Sonda-II que pretendemos empregar como 2º estágio do Sonda-III, ora em desenvolvimento. Equipado com um propulsor Estes e pára-quedas, foi lançado com sucesso em janeiro deste ano. O CEPEC informou que já testou também, em vôo, o 2º estágio empregando pro-

pulsor Brasil Aeroespacial, do Sonda-III em desenvolvimento por eles.

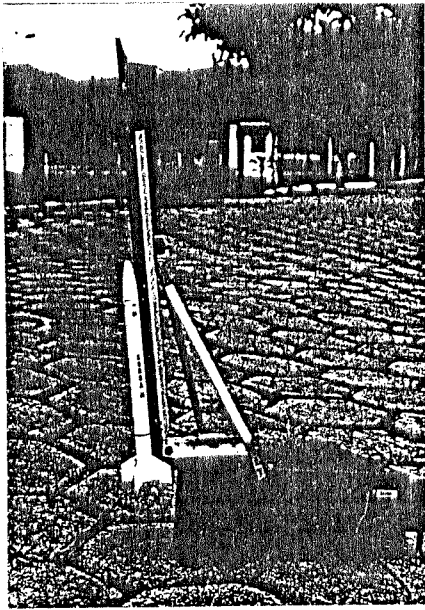


Foto 2. Réplica do Sonda-II antes do disparo (janeiro/89).

\*\*\*\*\*

#### Seção FICHA TÉCNICA

Nesta seção serão apresentados, a partir do próximo AEN, os ônibus espaciais americanos (Columbia, ...), soviético (Buran) e europeu (Hermes), os foguetes lançadores da atualidade (Energia, Ariane, Longa Marcha, Delta, ...), as estações espaciais, satélites artificiais e sondas espaciais, descrevendo suas características e objetivos através de publicações obtidas junto a NASA, ESA, Aerospaziale e revisas internacionais de divulgação das atividades espaciais.

\*\*\*\*\*

#### Seção INFORME AEN

Traz informações de caráter administrativo da ABAEE, bem como a divulgação da realização de seminários, encontros, visitas técnicas, informações gerais sobre o boletim AEN.

#### ABERTURA DE INSCRIÇÕES DA ABAEE.

A partir de agora, as pessoas que possuem interesse nas atividades espaciais e mini-foguetes podem se associar formalmente à ABAEE. Para isso basta preencher a ficha de inscrição apresentada neste boletim, no Anexo 4.

A sua única obrigação como associado é contribuir trimestralmente com o valor correspondente a 5 BTN (equivalente a NCz\$ 10,40 em agosto/89). Em troca você terá os seguintes direitos:

- 1-receber trimestralmente o boletim Aeroespçonáutica;
- 2-participar anualmente do Seminário Brasileiro de Aeroespçonáutica (SEBAE);
- 3-participar de visitas técnicas a institutos de pesquisas, laboratórios, campos de lançamento de foguetes e empresas com atividades relacionadas às Ciências Aeroespçonáuticas;
- 4-informações e acesso sobre os livros, trabalhos, relatórios e notas técnicas publicados ou em poder da ABAEE e de seus associados;
- 5-participar anualmente das reuniões gerais da ABAEE e de suas decisões através de voto;
- 6-receber publicações da ABAEE de acordo com a disponibilidade de recursos financeiros; e
- 7-receber anualmente a publicação "Quem é Quem na Aeroespçonáutica".

Na tabela abaixo relacionamos os meses que cada contribuição trimestral compreenderá, o seu vencimento e o mês em que você receberá cada um dos quatro números/ano do boletim Aeroespçonáutica.

Assim como a taxa de inscrição, as contribuições trimestrais de 5 BTN deverão ser pagas através de vale postal ou cheque nominal em nome do editor do AEN e para o seu endereço.

Trimestre	Meses	Vencimento	Rec. do AEN
1º	Jan-Fev-Mar	30 Jan	Março
2º	Abr-Mai-Jun	30 Abr	Junho
3º	Jul-Ago-Set	30 Jul	Setembro
4º	Out-Nov-Dez	30 Out	Dezembro

Agradeceríamos muito se você divulgasse a ABAEE entre seus amigos. Colabore. Esteja certo que será uma grande contribuição sua para com o desenvolvimento da Aeroespçonáutica no Brasil.

Esperamos contar com você como membro da ABAEE.

#### NOVA DIRETORIA DA ABAEE.

Em 22 Mai 89 tomou posse a nova diretoria da ABAEE cuja constituição é mostrada no início deste boletim. Seu mandato expirará em 21 Mai 91.

As principais metas da nova diretoria são:

- 1-desenvolvimento, homologação e distribuição do mini-foguete educativo Sondinha III (bi-estágio com pára-quadras; réplica do foguete brasileiro Sonda III);
- 2-desenvolvimento do primeiro mini-foguete experimental da ABAEE, com a missão de atingir 3000 metros de apogeu contendo 500 gramas de carga útil; e
- 3-divulgar maciçamente a existência da associação e suas atividades nos meios de comunicação.

#### MINI-FOGUETE EDUCATIVO SONDIRHA III.

Ele está sendo desenvolvido pelo Centro de Estudos de Foguetes Espaciais do Carpina (CEFEC), de Carpina (PE), e pelo Eng. Ozualdo S. Toyoda, do Rio de Janeiro (RJ). O Laboratório de Atividades Espaciais (LAE), de Florianópolis (SC), participará do projeto estudando a dinâmica do voo do Sondinha III.

Será elaborado um relatório completo do projeto Sondinha III, incluindo desde a concepção do veículo, os testes de homologação, desenhos, cálculos de trajetória, até um plano de pesquisas, com este mini-foguete, para os interessados.

#### MINI-FOGUETE EXPERIMENTAL DA ABAEE.

Participam inicialmente do seu desenvolvimento o LAE, CEFEC, Eng. Toyoda, e o Núcleo Educacional de Pesquisas Aeroespçonáuticas (NEPA), de São Paulo (SP).

O objetivo deste mini-foguete, que deverá atingir 3000 metros de altura contendo 500 gramas de carga útil, será dar aos grupos espaciais amadoristas e demais membros da ABAEE um veículo confiável, com alcance e carga útil consideráveis, para efetivação de suas pesquisas próprias.

No projeto e desenvolvimento deste mini-foguete serão utilizados recursos humanos, computacionais, materiais e equipamentos que só não são considerados de nível profissional porque nenhum participante é remunerado para desenvolver o projeto; a nossa força motriz é apenas o prazer pela pesquisa.

A mesma idéia do Projeto Sondinha III será seguida, ou seja, a elaboração de um relatório completo sobre o projeto. Além disso, serão publicados artigos no AEN e trabalhos apresentados no SEBAE durante o desenvolvimento do projeto.

Os interessados em participar do desenvolvimento do mini-foguete experimental da ABAEE devem entrar em contato com o editor do AEN.

#### 2º SEMINÁRIO BRASILEIRO DE AEROESPÇONÁUTICA (2º SEBAE)

Está sendo organizado pelo Laboratório de Atividades Espaciais (LAE). Será realizado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Florianópolis (SC), de 10 a 12 de janeiro de 1990.

Neste seminário serão apresentadas as atividades de cada grupo ou pessoa associado a ABAEE desenvolvem. Haverá a primeira campanha de lançamentos da ABAEE, com lançamentos de mini-foguetes educativos.

Quem deseja participar ou obter maiores informações

deve entrar em contato com o editor, o mais breve possível. O LAE dará todo o apoio na obtenção de reservas de hotéis.

#### BOLETIM AEN-4.

Será publicado em dezembro deste ano. Os interessados em publicar artigos, notas técnicas, ou contribuir com informações para alguma seção, devem remeter seus manuscritos até 30 Out 89 para o editor ou o editor associado. Colaborem. É muito importante a sua participação.

\*\*\*\*\*

#### Seção PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

Divulga a prestação de serviços efetuados pelas pessoas e grupos associados à ABAEE, bem como aqueles efetuados pela própria associação. Esta seção visa: estimular a fabricação de maior número de protótipos de mini-foguetes e os equipamentos necessários aos seus ensaios estáticos e lançamentos; troca de serviços e material bibliográfico entre os grupos e pessoas associados à ABAEE, desta forma os mais desenvolvidos podem colaborar no incremento das atividades dos demais; e, a compra conjunta de materiais químicos, mecânicos e eletro/eletrônicos pelos associados. Cobra-se apenas o valor correspondente às despesas.

No momento existem dois grupos e duas pessoas que fornecem cópias de seu material bibliográfico, são eles:

- 1-CEFEC; Cx. Postal 91; CEP:55810, Carpina (PE); 130 referências;
- 2-LAE; Cx. Postal 1648 - Centro; CEP:88001, Florianópolis (SC); 71 referências;
- 3-José Miraglia; rua Dr. Elísio de Castro, 505; CEP:04277 São Paulo (SP); 8 referências; e
- 4-Ozualdo S. Toyoda; rua da Passagem, 15/904; CEP:22290, Rio de Janeiro (RJ); 6 referências.

Todos eles possuem uma relação de suas referências ou Index. Estas relações podem ser solicitadas diretamente ao CEFEC, LAE, Miraglia e Toyoda ou ao editor do AEN.

Além de fornecer material bibliográfico, o LAE presta os seguintes serviços sob encomenda:

- 1-usinagem de peças;
- 2-fabricação de protótipos dos mini-foguetes X-1 e Netuno-R;
- 3-previsão numérica da trajetória de mini-foguetes mono-estágio, com ou sem pára-quadras, considerando o arrasto aerodinâmico; o programa utilizado pode ser fornecido também; e
- 4-fornecimento de enxofre e zinco em pó para preparação do propelente Micrograin.

Os interessados devem solicitar maiores informações ao LAE.

\*\*\*\*\*

#### Seção REFERÊNCIAS

Apresenta referências bibliográficas de relatórios de projetos e experimentos, apostilas, notas técnicas e outros tipos de publicações escritos pelos associados, cuja publicação é informado ao editor do AEN. Também apresenta a referência de publicações que estejam em posse de membros da ABAEE. Esta seção visa a troca, entre os associados, de cópias das referências aqui apresentadas.

As referências [31] a [33] são de três relatórios de experimentos efetuados pelo Laboratório de Atividades Espaciais (LAE), de Florianópolis (SC), recentemente. O relatório RE-0589, Ref. [31], engloba uma série de 10 lançamentos do mini-foguete educativo Sondinha II que foram realizados em Dez/88 e Mai/89 com os objetivos de: verificar o efeito da margem estática sobre a estabilidade do mini-foguete; e, o efeito das dimensões e número de empenas sobre o arrasto aerodinâmico. Veja o artigo "Otimização Aerodinâmica do MF Sondinha II" que inicia na página 68.

Nas Ref. [32] e [33] são descritos oito ensaios estáticos efetuados com o mini-foguete Netuno-R, sendo sete em banco estático com obtenção da curva de empuxo. O Netuno-R é um mf mono-estágio fabricado em ligas de alumínio e com 110 gramas de propelente (nitrito de potássio e sacarose). Seu motor tem 220 mm de comprimento e 45 mm de diâmetro. Estes

ensaios fazem parte do projeto atual do LAE que investiga a influência da geometria da tubeira no desempenho do motor.

[31] MARCHI, C.H., HERING, S.F., BESOZZI, B.M. & CICERONI, M. "Otimização Aerodinâmica do Mini-Foguete Sondinha II; Relatório de Experimento RE-0589". Florianópolis, LAE, mai. 1989. 6p.

[32] MARCHI, C.H., BESOZZI, B.M., CICERONI, M. & HERING, S.F. "Obtenção de Curvas de Empuxo Experimentais para o Mini-Foguete Netuno-R com Tubeira Convencional; Relatório de Experimento RE-0689". Florianópolis, LAE, jun. 1989. 11p.

[33] MARCHI, C.H., BESOZZI, B.M., HERING, S.F. & CICERONI, M. "Teste Estático Número TE-8 a TE-11 com o Mini-Foguete Netuno-R; Relatório de Experimento RE-0789". Florianópolis, LAE, jul. 1989. 9p.

\*\*\*\*\*

#### A ASTRONÁUTICA

BÁSILIO BARANOFF  
Vice-Presidente da ABAEE  
São José dos Campos (SP)

A Astronáutica é uma das mais fascinantes atividades humanas. Representa a soma e a síntese de todo o conhecimento da civilização terrestre.

Desde os tempos primitivos o ser humano contempla a vastidão do universo e procura dominar o espaço que o envolve.

Icaro tentou voar. O sonho de Icaro, através do tempo, foi tomando corpo até materializar-se e tomar uma forma estrutural.

Surgiu o primeiro balão, mais leve que o ar, elevando o homem aos ares dependurado na gôndola. Procurou aperfeiçoá-lo até projetar-se o Zepelín, um gigantesco balão que transportava centenas de pessoas a lugares distantes e tinha até restaurante.

Em 20 de julho de 1873, nasce no Brasil, na fazenda de Cabangú, Minas Gerais, o menino Alberto Santos Dumont. Em 23 Out 1906 Santos Dumont, após projetar e construir, pilotou seu pequeno avião 14 Bis conseguindo voar pela primeira vez no mais pesado que o ar, percorrendo 60 metros a uma altura de 2 a 3 metros do solo, com a velocidade de 36 km/h.

Este evento, ocorrido em Paris, teve repercussão mundial na época.

Após desprender-se da superfície terrestre, com segurança, acumulando novos e sucessivos conhecimentos e experiências, o homem criou a Astronáutica. Projetou e construiu o foguete, o mais moderno meio de transporte, objetivando penetrar no espaço sideral.

Em 4 Out 1957, o homem colocou no espaço o primeiro satélite artificial, o Sputnik (pequeno companheiro), uma esfera de 58 cm de diâmetro, pesando 83,6 kg, que orbitou entre 300 e 900 km de altitude ao redor da Terra, com uma velocidade de 28800 km/h. O evento causou um grande impacto no mundo científico e na civilização terrestre.

Neste dia a Terra ganhou seu segundo satélite, este construído pelo homem.

Iniciava-se a Era Espacial.

Às 2:00 horas da madrugada de 12 Abr 1961, o foguete Vostok (Oriente) levou ao espaço, em uma cápsula de 5 toneladas, o Major Yuri Gagarin, colocando-o em órbita da Terra, a uma velocidade de 28800 km/h, durante 108 minutos. Finalmente, o homem conseguiu sair do chão, circundar o seu planeta e regressar com vida. Yuri Gagarin era o primeiro astronauta terrestre.

Em 20 Jul 1969, às 9:30 h, o foguete Saturno 5, de 110 metros de altura, conduzindo três astronautas, Neil Armstrong, Edwin Aldrin e Michael Collins, representando toda a humanidade, rasgou o espaço, atingindo uma velocidade de 40000 km/h. Através da Apollo 11, o módulo lunar alcançou, finalmente, a superfície da Lua. Começou para toda a humanidade uma extraordinária aventura dentro do nosso sistema solar.

O ser humano iniciou no final do século XX o desbravamento do espaço sideral, enviando diversos satélites, sondas espaciais e outros objetos para além do nosso sistema solar.

A história da humanidade pode não ter começado neste planeta e, como as probabilidades indicam, o futuro não será somente aqui. Trata-se de um esforço que abrange todas as nações da Terra, buscando a evolução da criatura humana e, com a participação do Brasil, no intento comum de estender as fronteiras da espécie humana em direção ao espaço.

A vida inteligente é por demais maravilhosa para ser restrita apenas a este planeta, nas suas dimensões insignificantes em relação ao universo. A quantidade de seres que

\*\*\*\*\*

**O DESENVOLVIMENTO DOS  
FOGUETES-LANÇADORES  
SOVIÉTICOS**

REGINALDO MIRANDA JÚNIOR  
Grupo de Maquetismo de  
Nova Friburgo - GMNF  
Nova Friburgo (RJ)

O Programa Espacial Soviético sempre foi tema de muitas especulações no Ocidente. Somente depois da glasnost (política de transparência administrativa) de Mikhail Gorbatchev é que os detalhes dos foguetes e naves utilizados pelos soviéticos foram completamente revelados.

Antes da glasnost, os especialistas civis e militares do Ocidente (leia-se Estados Unidos e Inglaterra) eram obrigados a recolher dados e fotografias de cada lançador soviético, classificando-os com codinomes. A nomenclatura adotada por grande parte das publicações especializadas ocidentais pertence ao Dr. Charles Sheldon, da Biblioteca do Congresso dos Estados Unidos: o modelo básico de cada foguete soviético é identificado por uma letra (A, B, C, D, F e G, e desde 85, o J); os modelos derivados, com a adoção de estágios superiores, são reconhecidos por números após a letra (como A-2, D-1); estágios adicionais para lançamentos interplanetários são representados por letras minúsculas (como A-2e e o D-1e).

Outra nomenclatura, também bastante difundida, usa as letras SL e um número (por exemplo: SL-3, SL-4; cada número, por si só, identifica o foguete, existindo um número para cada variação conhecida). Vamos passar à descrição de cada um desses foguetes, mencionando o nome russo e a designação ocidental de cada um.

O primeiro lançador da URSS, utilizado para orbitar o Sputnik I, pertencia à família dos Pobeda (poder), ou Rê. Batizado apropriadamente de Lançador Sputnik, este foguete compõe-se de um estágio central principal e quatro foguetes cônicos presos em coroa ao seu redor. O estágio principal entrou em órbita com o Sputnik. Tal sistema compõe até hoje o conjunto 1º e 2º estágios do Lançador Soyuz atual. O foguete do Sputnik é designado A ou SL-1 (a versão militar, já obsoleta, foi designada pela OTAN como Sapwood).

Novas missões, especialmente as lunares (Lunik), exigiram o uso de estágio superior. Assim, no topo do estágio principal do Lançador Sputnik foi adaptado um estágio pequeno, em forma de tambor, através de uma estrutura de aço em zigue-zague vertical. Este novo modelo lançou as sondas Lunik 1, 2 e 3, além de vários outros satélites artificiais. Recebeu a designação A-1, ou SL-2/3. Um estágio superior diferente transportava a nave Vostok, e o modelo passou a se chamar Lançador Vostok na URSS. O Vostok ainda é usado, para orbitar satélites leves de reconhecimento e alguns exemplares do Interkosmos. O modelo que lançava a Lunik tinha 34 metros, com um empuxo inicial de 500 toneladas; a versão Vostok chegava a quase 38 metros de altura. O peso destes modelos com suas cargas acopladas, na hora do lançamento, chegava a cerca de 290 toneladas. O sistema Vostok é conhecido como A-2.

Foguetes Vostoks mais potentes lançaram as duas Voskhods, em 1964-5. Permitiam lançar 5700 kg em órbitas de 400 km.

A URSS começou a lançar suas primeiras sondas Mars e Venera com mais uma inovação de seu conjunto básico: o 3º estágio do Vostok foi substituído por outro, maior, encimado por um quarto estágio acoplado à carga útil. Este quarto estágio podia ser estacionado numa órbita baixa terrestre, para ser ligado na hora adequada. Este foguete, designado A-2e, pesa cerca de 310 toneladas no lançamento, e também é utilizado para colocar em órbita satélites Molniya e Progress; também lançou as Luna 4 a 14, que pesavam cerca de 1600 kg.

A entrada em serviço da nave espacial Soyuz (1967) levou ao surgimento do Lançador Soyuz (A-2 ou SL-4), composto dos estágios básicos do Sputnik-Vostok. Também uma estrutura treliçada liga o 3º estágio ao estágio principal, só que este 3º estágio é de um tipo mais poderoso (4 motores de empuxo, com 122 toneladas de empuxo combinado). Na versão tripulada, o Soyuz tem mais de 50 metros (é importante observar que as primeiras Soyuz foram lançadas por foguetes de 49 metros; torres de escape maiores aumentaram o tamanho dos Soyuz mais recentes).

O Lançador Soyuz tem capacidade nominal para lançar em órbitas baixas (350 km) cargas de 7500 kg. Este foguete, muito versátil, bastante confiável, é dotado de sistema de detecção de panes muito eficiente. O cargueiro espacial Progress também é lançado pelo SL-4 (o Progress é a versão automática e totalmente descartável da nave Soyuz). Até

hoje, o Programa Espacial Tripulado da URSS lançou 102 naves, entre as Soyuz de primeira geração, as Soyuz-T, as Soyuz-TM e as Progress; todas através dos SL-4. Este foguete também lança satélites Cosmos.

Cargas menores (de até 600 kg) têm como opção, no programa soviético, serem lançadas por foguetes leves, como o que é conhecido no Ocidente como B-1. Baseado, a exemplo do Sputnik, em um míssil balístico militar, o B-1 lançou satélites do Interkosmos, além de satélites Cosmos militares. Este foguete tem 32 metros, com diâmetro de 1.65 m. Seu último lançamento, em 1977, foi feito a partir do polígono secreto de Plesetsk.

Outro foguete leve (ainda que mais potente que o B-1), é o conhecido como C-1 (nome russo Zenyth?). Com 32 metros de comprimento e 2.5 de diâmetro, o C-1 é largamente utilizado até os dias atuais para lançar Interkosmos, Cosmos e outros, tendo capacidade para colocar até 1700 kg em órbitas baixas. Foi usado pela primeira vez nos anos 60 e, como o B-1, tem dois estágios. O C-1 tem o 2º estágio religável em órbita.

O primeiro foguete soviético para uso exclusivamente civil (em tese) foi o Proton. Conhecido como D, D-1 e D-1e (ou SL-12 e SL-13). Em 1965, o primeiro exemplar oficial deste foguete lançou o primeiro satélite Proton, de 12300 kg. Sua capacidade máxima para órbitas de 350 km é de 22 toneladas; com este modelo de foguete Proton foram lançadas as estações Salyut e Mir, os satélites-módulos Cosmos 1267, 1443 e 1686, e o módulo Kuant. Leva a designação SL-13. Com o Proton SL-12, a URSS lança satélites de comunicações, sondas venusianas, marcianas e lunares (Venera, Mars, Zond 5-6, Vega, etc). O Proton montado tem 600 toneladas de peso, 60 metros de altura e 900 mil kg de empuxo.

Outra série de lançadores soviéticos é a chamada F-1 e F-2, essencialmente militares, baseados no desenho do balístico militar SS-9. O F-1 tem dois estágios, o F-2 tem três (ou um 2º estágio muito poderoso). Estes foguetes colocam em órbita sistemas de bombardeio em órbita fracionada.

Os dois mais recentes foguetes soviéticos, ao que parece, foram desenvolvidos prevenido a interligação de seus componentes. Em 1985 a URSS começou a testar um novo lançador médio, logo apelidado no Ocidente de SL-X-16, com capacidade para mais de 15 toneladas em órbita baixa (de fato, o quinto lançamento do SL-X-16 destinou-se a transportar o Cosmos 1767, pesando justamente 15 toneladas, em julho de 1986). Em sua versão principal, o foguete tem 60 metros, com um peso de decolagem de 400 toneladas. O 1º estágio desenvolve cerca de 600 toneladas de empuxo.

O SL-X-16 parece ser usado também como propulsor auxiliar do mais recente e maior dos lançadores da URSS, o Energia (SL-W-16), testado em 16 de maio de 1987. Com mais de 60 metros de altura, o Energia é capaz de lançar 110 toneladas em órbitas baixas.

Composto por um estágio principal, quatro propulsores laterais e um módulo de carga, aquele primeiro Energia voou perfeitamente, mas um defeito no módulo de carga impediu que um satélite de testes entrasse em órbita. Segundo os informes soviéticos, o Energia pesou quase 2000 toneladas no lançamento, com seus motores desenvolvendo 2400 toneladas de empuxo.

O segundo lançamento de um Energia transportou a nave reutilizável Buran, em 15 de novembro de 1988, num voo perfeito. Uma nova missão do Buran deveria ser realizada este ano, mas foi adiada por motivos econômicos (os gastos com o programa espacial estão sofrendo críticas de muitos políticos soviéticos). De qualquer modo, o Energia será capaz de lançar cargas muito grandes, necessárias aos futuros projetos soviéticos (sondas de 30 toneladas para Marte, plataformas de energia solar e ampliação da Mir). O Energia é o maior foguete do mundo atualmente.

\*\*\*\*\*

**PROGRAMA CGCARTEN -  
UMA FERRAMENTA A MAIS**

OZUALDO S. TOYODA  
Diretor de Operações  
da ABAEE  
Rio de Janeiro (RJ)

O cálculo do centróide de figuras geométricas planas regulares não apresenta mistério nenhum e é facilmente determinável. Entretanto, às vezes nos deparamos com um tipo de aléta ou algum outro componente de geometria complexa que, se formos calcular seus centróides dividindo-os em diversas figuras simples, não apresenta dificuldade alguma, porém envolve certa mão-de-obra.

O programa CGCARTEN é destinado exatamente ao cálculo do centróide de figuras complexas no plano cartesiano, utilizando-se os pares de coordenadas dos vértices. Fornece, ainda, a área da figura em estudo.



O CGCARTEN está escrito em Basic, e por ser bastante compacto, poderá ser adaptado para qualquer micro. O programa propriamente dito encontra-se em listagem anexa.

### EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponhamos que se deseja calcular, por exemplo, o centróide de uma aleta de um mini foguete, ainda na fase de seu projeto preliminar, cuja geometria é apresentada na Fig. 1.

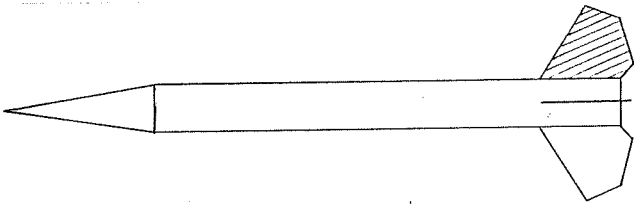


Figura 1.

O primeiro passo consiste em se traçar o plano cartesiano e nele desenhar, em escala, a aleta com a geometria desejada. Em seguida identificamos (numeramos) cada par de coordenadas (Fig. 2), sempre obedecendo às seguintes recomendações:

- 1- sempre que possível, posicione o par de coordenadas inicial coincidindo com a origem (0,0) do plano cartesiano;
- 2- numere os pontos (vértices), subsequentes à origem, iniciando com o número um até o n-ésimo ponto, sempre no sentido horário; observe que o par de coordenadas final sempre coincide com o par de coordenadas da origem.

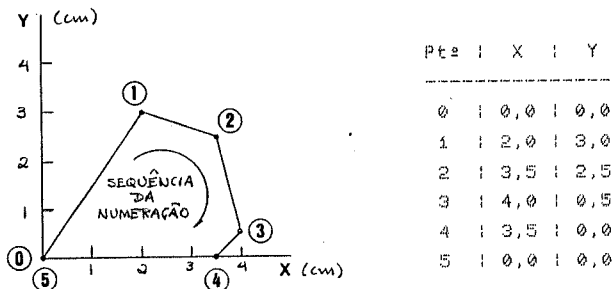


Figura 2.

Feito isto, basta alimentarmos o programa com os pares de coordenadas marcados (informar previamente o número de pares, que neste caso é igual a cinco) e obtemos as coordenadas do centróide da respectiva figura (aleta), que é  $x = 2.26$  cm e  $y = 1.20$  cm, bem como sua área que é  $7.75$  cm<sup>2</sup>.

Referência: manual de utilização da HP-67.

### LISTAGEM DO PROGRAMA

```

20 CLS
40 PRINT "PROGRAMA CGCARTEN"
60 PRINT "CENTRO DE GRAVIDADE NO PLANO CARTESIANO"
80 REM
90 PRINT "DESENVOLVIMENTO: OZUALDO S. TOYODA (MARCO/89)"
100 PRINT
120 SOMAA=0
140 SOMAX=0
160 SOMAY=0
180 XY=0
200 INPUT "UNIDADE EMPREGADA (cm,etc) :","UNID$
220 INPUT "NUMERO DE PARES DE COORDENADA :","N
240 PRINT
260 INPUT "XINICIAL = ","X1
280 INPUT "YINICIAL = ","Y1
300 PRINT
320 XANT=X1
340 YANT=Y1
350 XY=XY+1
360 PRINT
370 PRINT "INFORME O NOVO PAR DE COORDENADAS"
372 PRINT

```

```

374 PRINT "PAR DE COORDENADAS NUMERO : ",XY
376 PRINT
380 INPUT " VALOR DE X =",X
400 INPUT " VALOR DE Y =",Y
440 SOMAA=SOMAA+(Y-YANT)*(X+XANT)
460 SOMAX=SOMAX+((Y-YANT)/8)*((X+XANT)^2+((X-XANT)^2)/3)
480 SOMAY=SOMAY+((X-XANT)/8)*((Y+YANT)^2+((Y-YANT)^2)/3)
500 REM
520 IF XY=N GOTO 590
540 XANT=X
560 YANT=Y
580 GOTO 350
590 PRINT
600 A=SOMAA/2
610 PRINT "          AREA = ";A;UNID$;"2"
620 PRINT "          XBARRA = ";-SOMAX/A;UNID$
640 PRINT "          YBARRA = ";SOMAY/A;UNID$
660 BEEP
700 END

```

\*\*\*\*\*

### Nota Técnica: OTIMIZAÇÃO AERODINÂMICA DO MF SONDIRINHA II

Laboratório de Atividades  
Espaciais - LAE  
Grupo associado à ABAEE  
Florianópolis (SC)

Com os objetivos de verificar o efeito da margem estática sobre a estabilidade e o efeito das dimensões e número de empenas sobre o arrasto aerodinâmico do mini-foguete Sondinha II, o LAE realizou uma série de oito lançamentos em Dez/88 e Mai/89.

O mf Sondinha II (vide Foto 2 da seção Espaço modelismo) possui as seguintes características:

- \* diâmetro externo = 20 mm
- \* comprimento total = 307 mm
- \* CG (em relação a ogiva) = 208 mm
- \* número de empenas = 4
- \* propelente = pólvora-negra
- \* massa de propelente =  $10.0 \pm 0.3$  g
- \* massa total =  $31.5 \pm 1.2$  g

As dimensões das empenas do Sondinha II, seguindo a nomenclatura da Fig. 1, são:

- \* a = 51 mm
- \* b = 28 mm
- \* s = 36 mm
- \* espessura = 1 mm

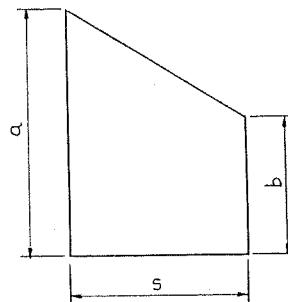


Figura 1. Geometria das empenas.

O projeto das empenas foi executado seguindo o roteiro de cálculo da Ref. [1], também apresentado nos AEN-1 e AEN-2 (Ref. [2] e [3]).

As dimensões das empenas e a margem estática (E) correspondente a cada lançamento (LT) são apresentados na Tab. 1. O valor de "a" foi mantido constante e igual a 51 mm. Somente no LT-24 o mf Sondinha II possuía 4 empenas, nos demais apenas 3.

A margem estática (E) é definida por

$$E = (CP - CG) / D$$

onde CP é o centro de pressão do mf; CG é o centro de gravidade; e, D é o diâmetro de referência, que para o Sondinha II é 20 mm.

O tempo total de voo (ti) em segundos, a distância horizontal percorrida (x) em metros, e observações sobre a estabilidade do mf durante o voo são apresentados na Tab. 2. O valor de ti foi obtido cronometrando-se o voo. A estabilidade

de foi avaliada observando-se visualmente o comportamento do mf durante o seu vôo.

Tabela 1. Dimensões das empenas [mm] e margem estática (E).

LT	b	s	E
24	28	36	2.6
25	28	36	2.3
27	37	22	1.0
28	40	17	0.1
29	44	11	-2.1
31	37	22	1.0
32	39	19	0.5
33	35	25	1.5

Os lançamentos foram verticais. As distâncias horizontais (x) resultaram da existência de ventos nos dois dias em que se efetuaram os lançamentos.

Tabela 2. Resultados dos vôos.

LT	ti[s]	x[m]	Obs. s/ estabilidade
24	10.17	34	ótima
25	11.70	18	ótima
27	12.65	27	ótima
28	12.01	107	ótima
29	4.33	25	péssima, instável
31	9.54	45	ótima
32	11.30	35	ótima
33	10.71	30	ótima

Conforme pode ser constatado na Tab. 2, a estabilidade do Sondinha II durante o vôo é ótima desde E = 0.1, mesmo na presença de vento com intensidade razoável. Portanto, é mais conveniente empregar três empenas e com as dimensões para E = 0.1 do que a versão original (LT-24) pois o desempenho do Sondinha II é melhor.

Para margem estática negativa o mf perde sua estabilidade, como previsto pela teoria [4].

A margem estática calculada com o método descrito na Ref. [1] tem seu valor subestimado já que para E = 0.1 e na presença de vento o mf apresentou ótima estabilidade.

O efeito do número de empenas e de suas dimensões sobre o arrasto aerodinâmico pode ser verificado com a seguinte observação: em 15 lançamentos anteriores do Sondinha II original (o mesmo tipo do LT-24), efetuados pelo LAE, o máximo tempo de vôo cronometrado foi de 10.4 s; dos oito lançamentos aqui descritos obteve-se em cinco deles tempos de vôo superiores a 10.4 s, sendo o máximo de 12.65 s para E = 1.0.

O assunto abordado nesta nota técnica está descrito com maiores detalhes na Ref. [5].

Referências:

- [1] FARIA, L. J. "Calculando o Centro de Pressão de um Foguete". São José dos Campos, IAE, out. 1974. 13 p.
- [2] TOYODA, O. S. "Estabilidade Aerodinâmica de Foguetes Experimentais; parte I". Florianópolis, Aeroespaçonáutica n.1, out. 1988. p.8-12.
- [3] TOYODA, O. S. "Estabilidade Aerodinâmica de Foguetes Experimentais; parte II". Florianópolis, Aeroespaçonáutica n.2, mar. 1989. p.29-32.
- [4] BARANOFF, B. "Estabilidade de Foguete". São José dos Campos, IAE, s.d. 16 p.
- [5] LAE. "Otimização Aerodinâmica do Mini-Foguete Sondinha II; Relatório de Experimento RE-0589". Florianópolis, mai. 1989. 6 p.

Nota Técnica:

OXIDANTES PARA PROPELENTES

JOSÉ FÉLIX DE SANTANA  
Diretor de Segurança  
da ABAEE - Carpina (PE)

Um propelente é composto de oxidante e combustível. O oxidante é o fornecedor de oxigênio durante a reação. É muito importante a escolha de um oxidante para determinado propelente que deverá obedecer certos critérios. Um bom oxidante deve ter o seu manuseio seguro, não ser sensível a choque, ter boa estabilidade térmica, ser pouco higroscópico e barato.

Os principais agentes oxidantes para propelente são: perclorato de amônia, perclorato de potássio, nitrato de potássio, clorato de potássio, nitrato de sódio, nitrato de bário e nitrato de amônia. Seguem alguns comentários solicitados pelo editor à respeito dos oxidantes: perclorato de potássio, clorato de potássio e nitrato de amônia.

PERCLORATO DE POTÁSSIO -  $KClO_4$

Massa molecular = 138,55 g  
K = 28.22%, Cl = 25.59%, O = 46.19%.

É formado por cristais brancos. Decompõe a 400°C, é conseguido através do aquecimento do clorato de potássio, apresenta uma densidade de 2.52 g/cm<sup>3</sup>, é solúvel 15 em partes de água fervente, e é insolúvel em álcool. Seu manuseio em laboratório na preparação de propelente, apesar de seguro, requer um certo cuidado. Pode ser misturado a substâncias combustíveis como: carvão, enxofre, amido, alumínio, zinco, açúcar, PVC, poliéster. Nos USA e na França os clubes já estão usando o perclorato como oxidante, só que não está homologado pela FAI e ANCS.

O perclorato de potássio tem sua venda restrita em nosso país, e é muito difícil de ser encontrado no comércio.

CLORATO DE POTÁSSIO -  $KClO_3$

Massa molecular = 122,55 g  
K = 31.91%, Cl = 28.93%, O = 39.17%.

É formado por cristais brancos, sua densidade é de 2.32 g/cm<sup>3</sup>. Aquecendo-se até a temperatura de 368°C, ou acima desta, decompõe-se em perclorato liberando oxigênio. Uma grama se dissolve em 1.8 cm<sup>3</sup> de água fervente. É insolúvel em álcool. Seu contato com substâncias orgânicas é perigoso. É muito sensível ao choque e é instável quando triturado com substâncias combustíveis. Quando misturado com carvão, enxofre, serragem, açúcar, fósforo, sulfeto, e carbonetos explode violentamente. O clorato de potássio é considerado imprestável para propelente. O CEPEC realizou algumas experiências com este oxidante, sendo logo abandonado devido a fatores de segurança.

NITRATO DE AMÔNIA -  $NH_4NO_3$

Massa molecular = 80.05 g  
NH<sub>3</sub> = 21.28%, HNO<sub>3</sub> = 78.72%, N<sub>2</sub>O = 54.99%,  
N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = 67.47%, N = 35.00%, H = 5.04%, O = 59.96%.

É constituído de cristais brancos muito higroscópicos. Sua densidade é de 1.73 g/cm<sup>3</sup>, decompõe-se acima de 155°C. Uma grama se dissolve em 0.1 cm<sup>3</sup> de água fervente, ou 20 cm<sup>3</sup> de álcool, ou 8 cm<sup>3</sup> de metanol. O nitrato de amônia por si só já é um explosivo, requer muito cuidado no seu manuseio. Quando detonado por um explosivo iniciante ele explode violentamente. O CEPEC conhece as formulações: nitrato de amônia e açúcar (65 - 35); e, nitrato de amônia com nitrato de potássio e carvão (48.5, 38.5 e 13.0).

Foi uma substância muito usada nos anos 60 e 70 nos USA. Misturado com hidrocarbonetos, seu principal inconveniente é que absorve bastante umidade.

Todos os três oxidantes acima podem ser substituídos pelo nitrato de potássio, nitrato de sódio e nitrato de bário, que oferecem maior segurança.

Estes oxidantes muito energéticos requerem muito cuidado e experiência no seu manuseio. Segue o valor do calor de formação (entalpia) de cada oxidante.

Oxidante	Entalpia [kcal/mol]
nitrato de potássio - $KNO_3$	117.76
nitrato de sódio - $NaNO_3$	111.54
clorato de potássio - $KClO_3$	93.50
perclorato de potássio - $KClO_4$	103.60
perclorato de amônia - $NH_4ClO_4$	69.42
nitrato de amônia - $NH_4NO_3$	87.27

\*\*\*\*\*