
Tendências da Exploração Espacial Tripulada

Ambientes Expansíveis na Órbita Baixa e Além

Norma Teresinha Oliveira Reis¹

Você já imaginou como seria passar as férias na órbita da Terra, como os nossos poucos astronautas, ou mesmo na superfície da Lua, brincando de flutuar em um ambiente de baixa gravidade? E o melhor: tudo isso por um preço que caiba no seu bolso? Pois essa é uma realidade que, se depender do empreendedor norte-americano Robert Bigelow (1945-), viveremos nas próximas décadas.

Mas, para que isso aconteça, teremos que desenvolver tecnologias de lançamento e materiais mais baratos para os veículos espaciais. Atualmente, os custos de lançamento são muito altos e as cargas (em inglês 'payloads') são muito pesadas. Por exemplo, considere-se a Estação Espacial Internacional – o primeiro “vilarejo” espacial construído pela espécie humana. Os materiais com os quais seus diversos módulos foram confeccionados são sólidos. Mas... o que é mesmo a Estação? Trata-se de uma enorme estrutura em órbita da Terra que abriga experimentos, recursos e habitação humana rotativa, em caráter permanente, com a finalidade de conduzir pesquisa e experimentos em um ambiente de microgravidade, em áreas como física, materiais, polímeros e medicina. Entretanto, essa enorme estrutura custou mais de 100 bilhões de dólares.

O citado empreendedor Sr. Bigelow, por meio de sua empresa, propõe-se a construir uma estação espacial que custe apenas uma fração da Estação Espacial Internacional, com a vantagem de oferecer maior conforto e segurança! Estamos falando de uma tecnologia chamada “ambientes expansíveis” ou “infláveis”. E o que é isso? Simples. Podemos carregar centenas de balões de festa e, ao chegar ao local do evento, encher os balões, que passarão a ocupar muito mais espaço, certo? Igualmente, foguetes menores poderão carregar com mais facilidade estruturas expansíveis à órbita baixa da Terra, por exemplo. Ao chegar a seu destino, esses ambientes são inflados e passam a assumir a forma para a qual foram projetados! É dessa forma que poderemos construir estações espaciais e hotéis espaciais de “baixo custo” em comparação aos ambientes espaciais construídos com as tradicionais estruturas metálicas.

¹ M.Sc. em Administração Espacial, Universidade Internacional do Espaço (ISU) e Pedagogia.

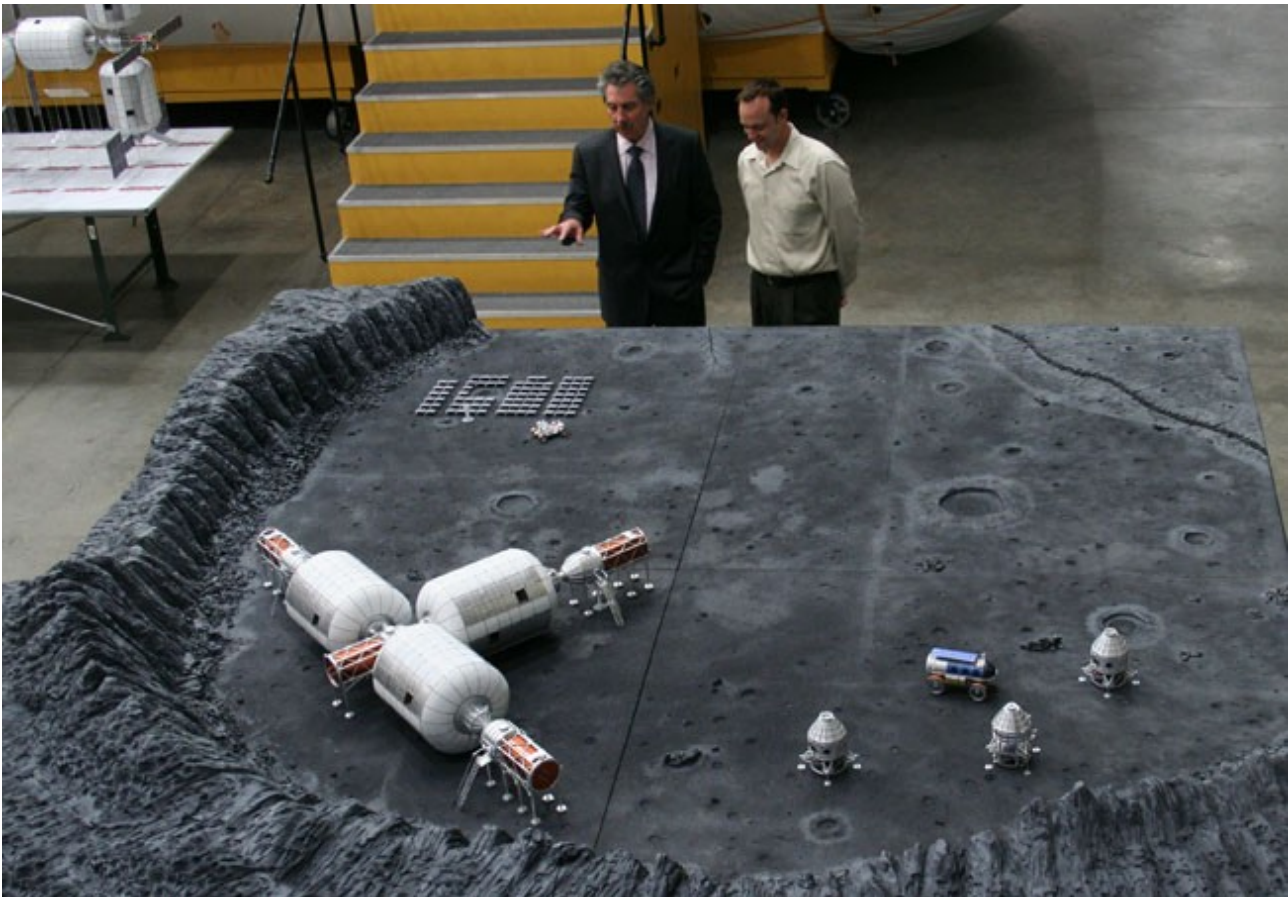


Fig. 1 – Projeto para uma base na Lua utilizando módulos expansíveis conectados. Os ambiciosos projetos da empresa Bigelow Aerospace compreendem a construção de um hotel na superfície da Lua. Os custos seriam muito menores em comparação a uma estrutura que utilizasse materiais sólidos. Nessa imagem, uma réplica do que pode vir a ser esse projeto. Fonte: Bigelow Aerospace.

Uso de expansíveis na história da exploração espacial

A ideia dos infláveis no espaço não é nova. Já na década de 1960, a NASA lançou os satélites Echo 1, 1A e 2, de comunicações. Cada satélite constituía um grande balão da altura de um edifício de 10 andares, feito de poliéster aluminizado. Esses satélites foram utilizados para enviar sinais de rádio ao redor da Terra. Entretanto, colocar essa enorme estrutura no espaço com um foguete constituiu um desafio, pois o tamanho do veículo lançador (foguete) em comparação ao do satélite, era muito pequeno. A solução encontrada pelos engenheiros foi confeccionar o satélite com um sistema expansível (inflável), utilizando um material chamado Mylar². Isso permitiu que aquela enorme estrutura fosse compactada e somente expandida no espaço.

2 Extraído do sítio da BBC, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/5173388.stm>



Fig. 2 – Primeiro uso de tecnologias infláveis no espaço. Os primeiros satélites de comunicações da NASA foram feitos com material expansível. Fonte: Bigelow Aerospace.

Depois, a NASA trabalhou em um habitat inflável dividido em andares, chamado Transhab. O design foi testado e considerado uma alternativa para os módulos “duros” e pouco confortáveis da Estação Espacial Internacional. O TransHab foi projetado para inflar por cerca de 10 minutos a partir de sua acoplagem com à Estação, como um grande balão. Esse ambiente ficaria inflado no vácuo do espaço ao longo da vida da Estação. A NASA estava explorando esse conceito com o intuito de utilizá-lo na Lua ou em Marte, no escopo de seus projetos de exploração além da órbita baixa da Terra, e de futura colonização de outros corpos celestes. Em 2001, cortes orçamentários pelo Congresso dos EUA terminaram o programa Transhab, e a Bigelow Aerospace adquiriu as patentes e direitos ao design logo em seguida. A partir de então, essa empresa está aperfeiçoando o design da NASA³.

Essa empresa está desenvolvendo um conceito para turismo espacial orbital, usando módulos de habitat infláveis. A Bigelow Aerospace desenvolveu o módulo Genesis 1, que foi enviado ao espaço em 2006 e outro em 2007. A nave foi projetada para que os engenheiros pudessem estudar a durabilidade de seu design e se a nave é capaz de manter temperatura e pressão constantes, de modo a sustentar vida em seu interior. A empresa pretende enviar alguns módulos na superfície da Lua, para construir uma base lunar simples que poderia servir até 18 pessoas. A base lunar consistiria de três

3 Extraído do sítio da BBC, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/5173388.stm>

unidades infláveis, contendo suas próprias unidades de propulsão e energia. Tais unidades poderiam ser conectadas na órbita lunar ou mesmo mais longe, antes de voar para uma localização específica na superfície. Essa seria a base para um hotel espacial. Conforto é uma questão importante quando se pensa em passar longos períodos no espaço. O TransHab contaria com bastante espaço quando completamente inflado, ganhando três andares com diversas áreas de habitação:

1. Primeiro andar: principal área da base, com uma cozinha e mesas para até 12 pessoas, o suficiente para toda a tripulação de uma estação tanto na hora das refeições quanto para reuniões.
2. Segundo andar: dormitórios da tripulação, além de um computador para entretenimento ou trabalho. É aqui também que fica a sala de máquinas, que controla todos os sistemas da moradia.
3. Terceiro andar: equipamentos de exercícios, armazenagem de suprimentos, roupas e equipamentos⁴.

A Bigelow também afirma ser capaz de enviar ao espaço uma estação espacial que custe uma fração do que custou a ISS. De fato, o futuro aponta para a operação de estações espaciais comerciais, que podem inclusive auxiliar a Estação Espacial Internacional, além de impulsionar áreas como turismo espacial e experimentação científica realizada por empresas privadas. Nesse contexto, os ambientes expansíveis seriam de enorme utilidade, sobretudo no sentido de reduzir custos.

Vantagens dos Ambientes Expansíveis

Pode-se temer que esses ambientes sejam vulneráveis a perigos do espaço, como meteoritos e lixo espacial, em comparação aos materiais tradicionais. Entretanto, o ambiente é feito de material composto por várias camadas, capazes de rebater esses objetos que impactam sua superfície⁵. Uma das principais vantagens desses ambientes é a redução dos custos de lançamento, pois a carga a ser levada ao espaço é leve, compacta, design simplificado, pouco volumosa. Trata-se de uma carga pequena e leve que assumirá sua forma e tamanho somente quando em órbita. Uma estrutura inflável obtém rigidez a partir da tensão de suas paredes flexíveis por meio de pressão resultante de inflação. Os ambientes infláveis, por serem compactos, são os ideais para futuras viagens à Lua, Marte e outros destinos no sistema solar e além, com objetivos de exploração e/ou turismo. Confira esse vídeo sobre os expansíveis.

⁴Extraído do sítio: <http://www.tecmundo.com.br/nave-espacial/20131-conheca-as-estacoes-espaciais-inflaveis.htm>

⁵ Extraído do sítio <http://science.howstuffworks.com/inflatable-spacecraft2.htm>



Fig. 3 – Concepção de estação com módulos expansíveis. Confira o vídeo:
http://www.youtube.com/watch?v=Mn_gXEK5XmQ&feature=related

Os ambientes expansíveis oferecem melhor proteção contra radiação, em comparação com os tradicionais ambientes sólidos. Especificamente, quando expostos a raios cósmicos ou flares solares, os ambientes metálicos tradicionais podem sofrer danos de radiação secundária pois o metal que forma a estrutura metálica cria um efeito de espalhamento e/ou se torna excitado. Ao contrário, devido ao emprego de materiais macios não metálicos como material do revestimento primário, os infláveis podem reduzir significativamente esses perigosos fenômenos⁶. Os infláveis apresentam alguns benefícios ecológicos também, pois produzem pouca energia em relação a produtos comparativos⁷. Prevê-se que as estruturas infláveis substituirão as mecânicas em muitas aplicações espaciais futuras⁸, tais como antenas de radar, painéis solares e refletores de telescópio, devido à necessidade de atender requisitos de menor volume e massa no lançamento.

Velas solares

Aplicações de médio e longo prazo incluirão também “velas solares”. Elas fornecem um dos mais eficientes meios de transporte no espaço, para muitas missões futuras, como sondas interestelares que chegarão a explorar as fronteiras do sistema solar⁹. A vela solar seria um aparato que, quando esticado no vácuo do espaço, sente a pressão da luz solar e é propelido por tal pressão, carregando uma nave entre as estrelas.

Há cerca de 400 anos, o astrônomo alemão Johannes Kepler observou caudas de

6 Extraído do sítio <http://www.bigelowaerospace.com/genesis-1.php>

7 Extraído do sítio http://specialtyfabricsreview.com/articles/1009_f1_inflatable.html

8 Extraído do sítio <http://trs-new.jpl.nasa.gov/dspace/bitstream/2014/14217/1/00-0627.pdf>

9 Extraído do sítio <http://trs-new.jpl.nasa.gov/dspace/bitstream/2014/14217/1/00-0627.pdf>

cometas “sopradas” pelo que ele chamou de “brisa” solar." Essa observação o inspirou a sugerir que as naves e velas próprias para o espaço deveriam ser desenhadas para deslizar pelo espaço. Entretanto, Kepler não sabia que a melhor forma de propelir uma vela solar não era com o vento solar, mas com a própria força da luz solar. Em 1873, Clerk Marxell demonstrou pela primeira vez que a luz solar exerce uma pequena pressão na medida em que fótons ricocheteiam uma superfície refletiva. Esse tipo de pressão é a base de todos os projetos de navegação solar moderna.

A NASA teve uma experiência com velas solares em 1974, quando sua sonda Mariner 10 teve problema de falta de gás de controle de atitude. A sonda estava a caminho de Mercúrio e havia muita luz solar ao redor dela, o que deu aos controladores da missão uma ideia: eles colocaram os painéis solares da sonda no rumo do Sol e usaram a pressão da radiação solar para obter controle de atitude. Isso funcionou. Apesar de a Mariner 10 não ter sido uma missão de vela solar, e apesar de a pressão de radiação ter sido muito pequena. Esse uso pioneiro dos painéis solares da Mariner demonstrou o princípio das velas solares¹⁰.



Fig. 4 – Velas espaciais e a Mariner. Essa sonda foi a primeira experiência do conceito de propulsão espacial usando velas solares. Fonte: NASA

O princípio das velas solares é simples. Os fótons, ou partículas de luz, incidindo em uma superfície altamente reflexiva e muito fina (nesse caso, apenas 7.5 microns) exerce uma pressão. Essa força é pequena mas contínua, e ao longo do tempo, deve produzir uma velocidade considerável. A vela solar nunca substituirá os sistemas de

¹⁰ Extraído do sítio http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2008/31jul_solarsails/

propulsão convencionais como combustíveis químicos, mas possuem o potencial de exercer um papel importante em certos tipos de missão. Ela representa o futuro das viagens interestelares. É o objetivo de longo prazo. As metas intermediárias consistem na capacidade de usar essa tecnologia para 'pairar' o espaço interplanetário em pontos particulares para monitorar, digamos, o Sol ou os polos geomagnéticos da Terra; e também navegar entre os planetas sem o uso de combustível. Alguns satélites já utilizam pequenas velas solares em órbitas geoestacionárias acima da Terra, no final de seus painéis solares, para usar a pressão da luz solar para manter sua atitude correta. Isso leva a uma considerável economia de combustível e a um incremento na duração da missão, em muitos meses¹¹.

11 Extraído do sítio <http://www.bbc.co.uk/news/10293284>.