



Veículos Lançadores de Pequenos Satélites

Com o advento de uma nova metodologia de desenvolvimento de satélites, que busca a otimização de testes e o uso intensivo de componentes comerciais, houve um aumento significativo na produção desses artefatos. Em particular, os Cubesats, que são satélites que empregam essa nova metodologia e primam pela padronização de suas estruturas e de alguns subsistemas, despontaram como grandes demandantes de lançamentos. Contudo, o mercado de lançadores não estava preparado para essa nova realidade, o que gerou a necessidade de desenvolvimento de veículos lançadores capazes de colocar em órbita tais objetos a custos baixos.

Este novo mercado está sendo preenchido pela iniciativa privada que rapidamente está disponibilizando veículos lançadores de forma rápida e oferecendo novas opções de lançamentos a preços mais convidativos. Porém, a oferta está ainda aquém da nova demanda de lançamento de pequenos satélites, e as oportunidades não estão encerradas.

Neste boletim são apresentados alguns resultados do levantamento de informações realizado pelo Observatório de Tecnologias Espaciais (OTE) do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos sobre CubeSats e sobre veículos lançadores de satélites de pequeno porte. São também apresentados o banco de dados do OTE sobre CubeSats e dados relacionados à situação de satélites no mundo, incluindo o número atual de objetos em órbita e valores movimentados pelo setor espacial.

• Banco de dados sobre CubeSats

CGEE disponibiliza banco de dados sobre CubeSats contendo informações sobre 1000 desses nanossatélites.

• Quantos satélites estão em órbita hoje?

Há 4854 satélites orbitando a Terra atualmente. Desses, 1887 estão operacionais.

• Mercado global do setor espacial

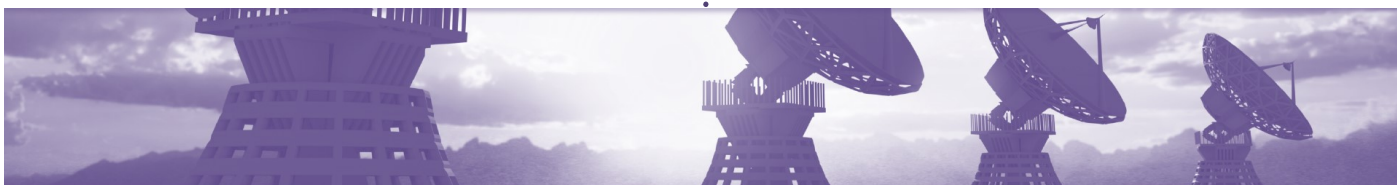
O setor espacial cresceu cerca de 3% em 2017 movimentando USD 348 bilhões. A expectativa é que movimente USD 360 bilhões em 2018.

• Veículos lançadores de pequenos satélites

O crescimento do mercado de pequenos, micro e nanossatélites trouxe uma demanda inusitada por novos veículos lançadores.

• Realidade brasileira

A necessidade de um lançador brasileiro de pequenos satélites.



CubeSats: Banco de dados do CGEE

OTE/CGEE disponibiliza banco de dados sobre CubeSats lançados

No ano de 2018, o Observatório de Tecnologias Espaciais (OTE) deu continuidade ao trabalho de monitorar tecnologias do setor espacial. Em particular, foi dada ênfase ao monitoramento dos lançamentos de CubeSats, com vistas à construção de um banco de dados com informações sobre esses artefatos.

Esse banco de dados, que foi construído de forma a ser um dos mais completos, contém diversas informações sobre as tecnologias que estão sendo empregadas nesse tipo de satélites.

Até 31 de dezembro, foram armazenadas informações sobre 1000 CubeSats, com seus respectivos lançadores. São disponibilizadas informações como o objetivo da missão, data de lançamento, construtor, classe (1U, 2U...), veículo lançador, status da missão, descrição da carga útil, capacidades da plataforma, informações de órbita, estações de terra e referências bibliográficas das missões. Foram também armazenados 2.468 artigos e 609 patentes sobre CubeSats.

Esse banco de dados encontra-se completamente

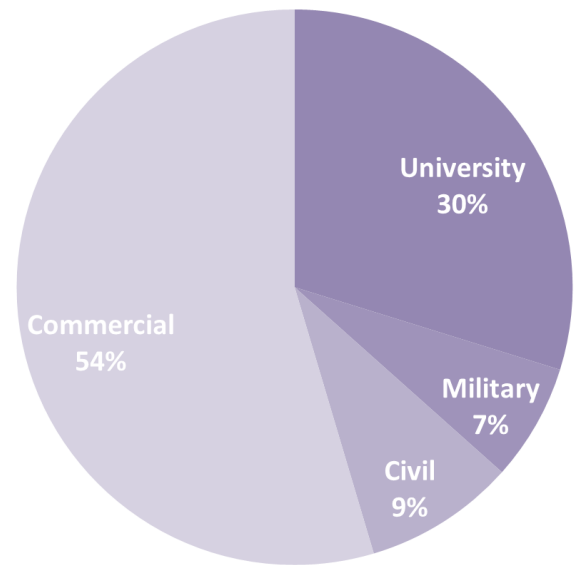


Fig. 1. Áreas de aplicação de Cubesats.

implementado e operacional.

O monitoramento deste tipo de tecnologia pelo OTE/CGEE tem constatado uma deriva destes artefatos do meio acadêmico para aplicações em outras áreas, em especial aplicações comerciais, civis e militares.

O banco de dados interativo está disponível no sítio <https://www.cgge.org.br/web/observatorio-espacial/bancos-de-dados>.

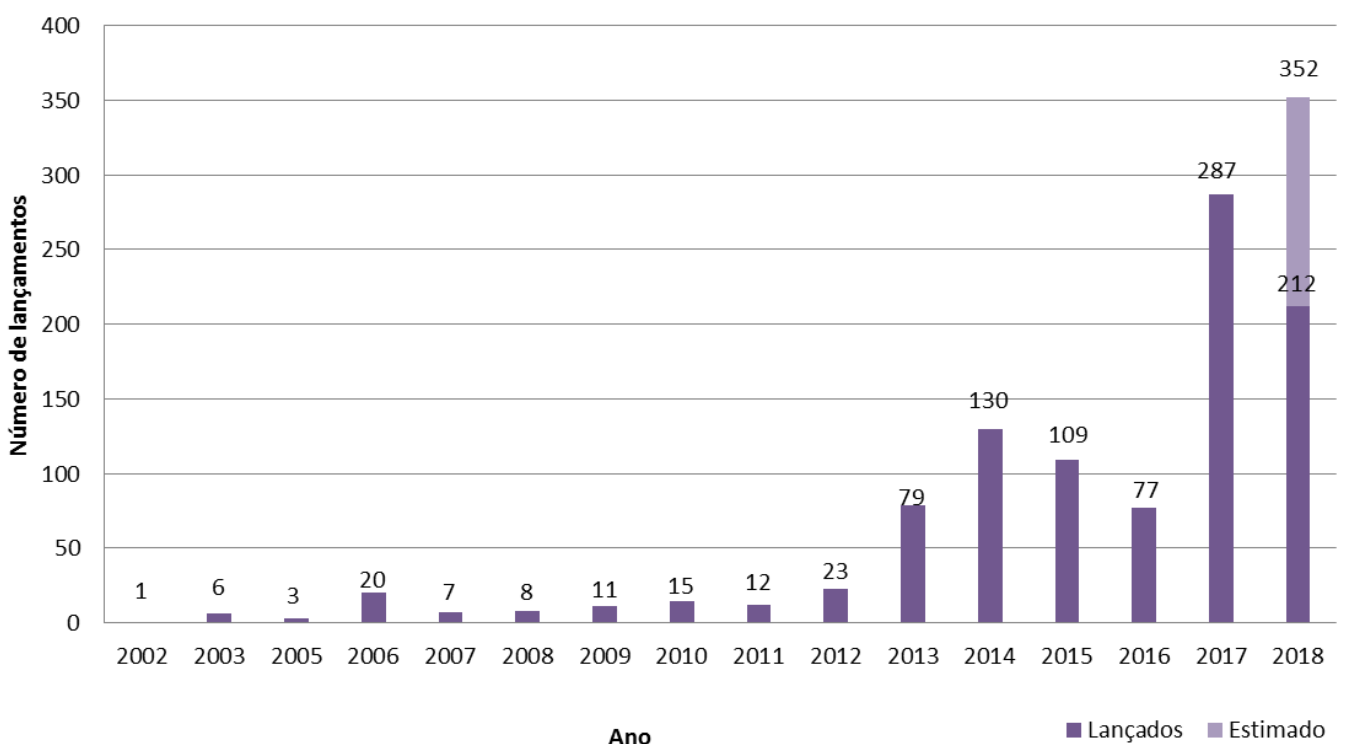


Fig. 2. Número de CubeSats lançados por ano

Satélites: cenário mundial

Quantos satélites estão orbitando a Terra?

De acordo com o *Index of Objects Launched into Outer Space*, mantido pela *United Nations Office for Outer Space Affairs* (UNOOSA, www.unoosa.org), há 4854 satélites orbitando a Terra atualmente (dados de novembro de 2018); um aumento de 4,79% em relação a 2017 (4632).

Em 2018 (até dezembro), a UNOOSA havia registrado 384 objetos lançados ao espaço. Isto é mais do que todos os objetos lançados em qualquer outro ano anterior a 2016. Contudo, ainda não se bateu o recorde de 2017, quando 453 objetos foram lançados, equivalendo a 5% de todos os objetos já lançados ao espaço desde o início da corrida espacial.

Um parcela significativa (287) desses 453 é de CubeSats e, desses, a maioria dedicada a missões de observação da Terra e comunicações. Em 2018, os 212 CubeSats lançados correspondem a 55% dos objetos colocados em órbita. Não há dúvida que estes pequenos satélites são responsáveis pelo aumento no número de objetos em órbita. De acordo com a UNOOSA, 8378 objetos já foram lançados ao espaço, sendo 25% destes nos últimos 8 anos. Tanto os desenvolvimentos tecnológicos quanto o crescente interesse em atividades espaciais, particularmente por pequenas companhias (*start-ups*), estão por trás deste avanço recente.

Quantos deles estão ainda operando?

A *Union of Concerned Scientists* (UCS, www.ucsusa.org) mantém informações sobre satélites em operação, porém os últimos registros datam do final de novembro de 2018. Unindo-se este banco de dados com o da UNOOSA, encontra-se que havia, naquela data, 1957 satélites operacionais em órbita. Um aumento de 14% sobre o número de satélites ativos de 2017. Porém, isso representa somente cerca de 40% dos satélites que orbitam o planeta. Isto significa que há 3037 artefatos fora de uso em órbita.

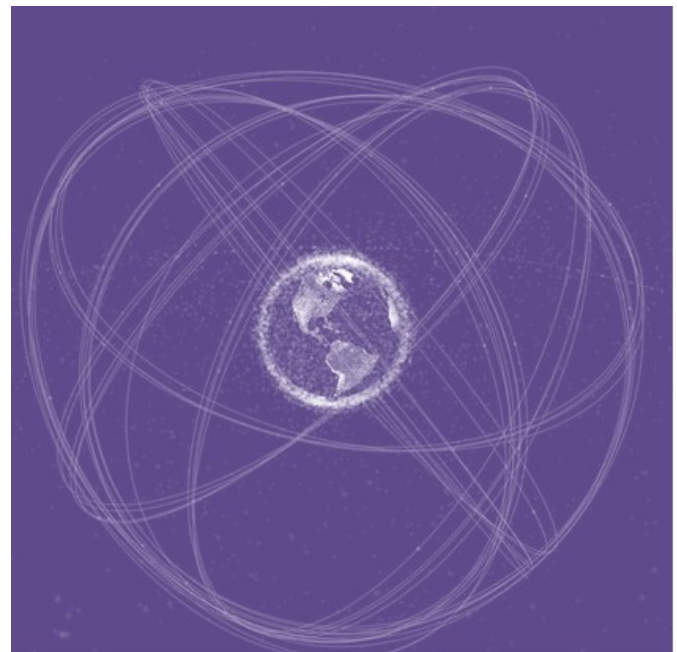


Fig. 3. Satélites em órbita da Terra. As linhas representam as órbitas dos satélites GPS (space-track.org)

Dos 453 objetos lançados em 2017, somente 414 deles estavam em órbita no final de abril de 2018. 10% já haviam saído de órbita. Isso indica que há uma preocupação dos desenvolvedores em mitigar a quantidade de detritos espaciais, por meio de planejamento de descarte dos objetos colocado em órbita.

Quais países lançaram/operam esses satélites ativos?

De acordo com a UNOOSA, 81 países/organizações já lançaram satélites. Porém, é necessário considerar que alguns deles estão ligados organizações multinacionais, como a Agência Espacial Europeia (ESA). Os dados mostram que 65 países têm algum satélite em operação atualmente.

Em termos de países com mais satélites, com os dados combinados, os Estados Unidos lideram com 849 satélites operacionais próprios, a China vem em segundo lugar com 284, e a Rússia, em terceiro, com 152. Eles são seguidos por Japão (75), Índia (57) e Reino Unido (54). Somente doze países (a extinta União Soviética, Estados Unidos, França, Japão, China, Reino Unido, Índia, Rússia, Ucrânia, Israel, Irã e Coreia do Norte) e uma organização regional (ESA) possuem satélites lançados independentemente por seus veículos lançadores, nacionalmente desenvolvidos.

Setor espacial: mercado global

As aplicações comerciais representam mais de ¼ de toda a atividade econômica global do setor espacial. A maior parte é constituída por produtos e serviços – incluindo TV, telefone, Internet e observação da Terra – que cresceram cerca de 3% em 2017 para alcançar USD 348 bilhões, de acordo com dados da *Satellite Industry Association* (SIA) de 2018.

Infraestrutura comercial e indústria de suporte, incluindo a construção de veículos lançadores, plataformas espaciais e equipamentos de Terra, bem como serviços de lançamento, pesquisa e desenvolvimento e seguros equivalem a cerca de USD 140 bilhões, um crescimento de 5% em relação a 2016. Em termos gerais, os países mais envolvidos em atividades espaciais aumentaram o montante aplicado no setor espacial.

Foram 89 lançamentos orbitais em 2017 (vide Tabela 1). Destes, foram 69 contratados para fins civis ou comerciais. O destaque é para lançamentos com veículos de estágio(s) reutilizável(is), como o Falcon 9 (apesar de não haver provas de que estes veículos são reutilizados, eles retornam a Terra), que vêm revolucionando o mercado e barateando os custos de lançamento.

Tabela 1: Lançamentos por país/região e por área de aplicação em 2017 (*Federal Aviation Administration — FAA, 2018*).

Lançamentos em 2017				
País/ Região	Civil	Militar	Comercial	Total
USA	2	6	21	29
China	10	8	0	18
Rússia	11	4	3	18
Europa	3	0	8	11
Índia	5	0	0	5
Japão	5	2	0	7
N. Zelândia	0	0	1	1
Total	36	20	33	89

Em 2018, até 13 de dezembro, foram 101 lançamentos operados por China (34), EUA (29), Rússia (17), Europa (7), Japão (6), Índia (6) e Nova Zelândia (2). São esperados mais 27 até o fim do ano (Gunter's Space Page, <https://space.skyrocket.de>).

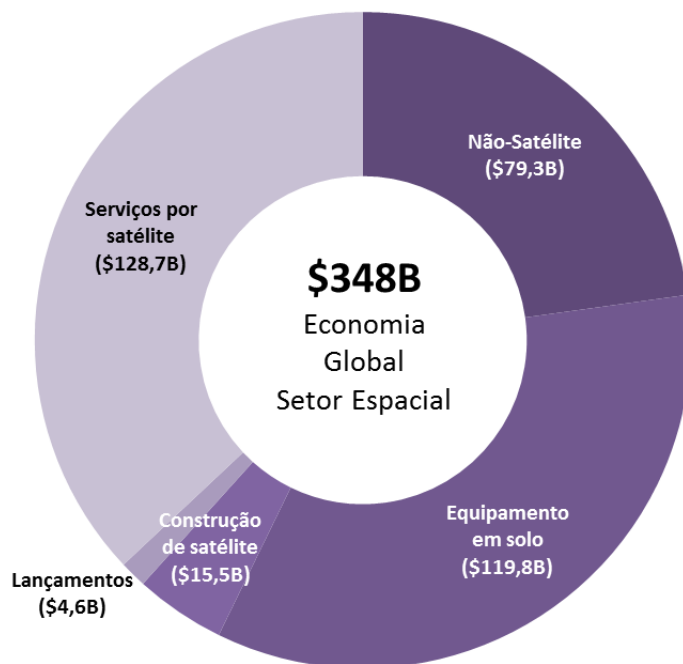


Fig. 4: Distribuição de recursos globais no setor espacial. Fonte: SIA (2018).

O número de satélites de médio e grande portes colocados em órbita anualmente tem permanecido aproximadamente constante ao longo da última década, porém o número de pequenos satélites tem crescido muito. Nanosatélites constituem 63% dos 453 objetos lançados em 2017 (massas de 10 quilogramas ou menos) e representam muito pouco da massa total colocada em órbita. Muitos desses pequenos satélites foram destinados ao sensoriamento remoto terrestre, dominando o uso principal dos satélites lançados em 2017.

O cenário de lançadores de satélites é predominado por veículos de grande e médio portes, responsáveis por colocar em órbita cargas úteis civis (comerciais, governamentais, universitárias) e militares. Nano e pequenos satélites têm sido colocados em órbita como cargas secundárias nesses lançamentos, apesar de seu número exceder em muito o número de satélites de médio e grande portes.

Espera-se que os nanosatélites detenham grande fatia dos investimentos, seguidos pelo mercado de lançadores reutilizáveis, especialmente os veículos capazes de colocar cargas úteis em órbitas baixas (LEO).

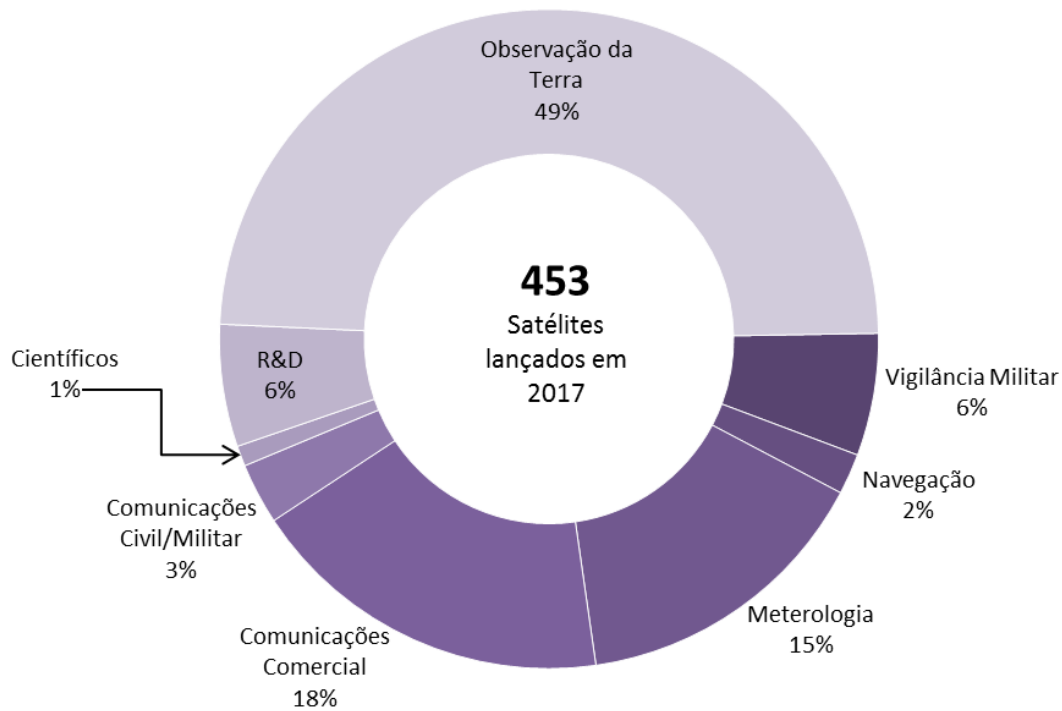


Fig. 5: Utilização por área dos satélites lançados em 2017.

A indústria espacial está emergindo como uma das mais lucrativas globalmente. A expectativa é que ela alcance a marca de USD 360 bilhões em 2018, um crescimento projetado de 4%, que levará ao valor de USD 500 bilhões, em 2026. A demanda por nanosatélites e veículos lançadores reutilizáveis tem direcionado investimentos por parte dos EUA, China, Rússia e União Europeia (UE). Como esperado, os EUA são os que mais investem no setor. China, UE, Índia, Rússia, Japão e Coreia do Sul aparecem em seguida.

A constância no número de lançamentos anuais (com exceção de 2017, que foi um ano atípico) e o aumento no número de pequenos satélites demonstram que a oferta atual de lançadores de grande porte está saturada. De acordo com um relatório da empresa Euroconsult, “uma expansão significativa em termos de capacidades e demanda está a caminho no mercado de pequenos satélites. Mais de 6200 pequenos satélites têm lançamento esperado para os próximos 10 anos”.

Esse grande número de pequenos satélites ultrapassa a capacidade dos lançadores disponíveis. Muitos satélites pequenos não foram lançados, pois não encontraram veículos disponíveis devido à longa fila de espera. Só o Reino Unido, por exemplo, deixou de colocar em órbita 50 pequenos satélites por falta de lança-

dores. Vários países estão desenvolvendo ou planejando veículos para lançamentos orbitais ou suborbitais. A Agência Espacial do Reino Unido, por exemplo, anunciou recentemente que competirá pelo mercado para lançar 2000 satélites até 2030.

O serviço de lançamento de pequenos satélites deverá gerar USD 16 bilhões nos próximos 10 anos, seguindo o crescimento apresentado ao longo da última década. Pequenos satélites são atualmente lançados com médios e grandes veículos, como cargas secundárias, que são contratados diretamente ou por meio de empresas intermediadoras (*brokers*).

Esse cenário abriu oportunidades de negócio e já há iniciativas de desenvolvimento de pequenos lançadores. Vários veículos dedicados para pequenos satélites encontram-se em desenvolvimento. Os mais avançados ensaiam seus primeiros voos para suprir as demandas de tempo e órbitas dos pequenos satélites a preços mais atrativos (preço por kg colocado em órbita).

Esses lançadores estão sendo desenvolvidos com uso de avanços tecnológicos na área para alcançar redução de custos, incluindo a produção em série, reutilização e o uso de componentes comerciais de prateleira (*COTS, commercial off-the-shelf*).

Veículos lançadores de pequenos satélites

O crescimento do mercado de pequenos, micro e nanosatélites trouxe uma demanda inusitada por lançamentos

Devido à baixa disponibilidade dos lançadores de pequeno porte em operação para os lançamentos dedicados de pequenos satélites, os lançadores de grande e médio porte têm sido tradicionalmente utilizados para lançar pequenos satélites.

Apesar de o mercado estar hoje dominado por satélites de pequeno porte, como os CubeSats, essa classe de satélites se utiliza de oportunidades de aproveitamento (*rideshare* ou *piggyback*) dos lançamentos comissionados para os satélites maiores. Nessa condição, os pequenos satélites vão para as órbitas destinadas a esses satélites de maior porte, que nem sempre são as órbitas ideais para as suas missões. Há também oportunidades de lançamento a partir da Estação Espacial Internacional (ISS), situação na qual a escolha de órbita também não acomoda muitas opções. Os principais veículos utilizados em 2017 para lançar satélites de pequeno porte são apresentados na Tabela 2.

Esse cenário abriu oportunidades para iniciativas de desenvolvimento de pequenos lançadores.

Atualmente, existem no mundo pelo menos 25 novos projetos de veículos de pequeno porte em andamento ou programados para iniciar o desenvolvimento. Na Tabela 3, são apresentados os principais lançadores dessa classe, juntamente com o status de desenvolvimento, capacidade de colocação de cargas em órbita heliossíncrona (SSO) e preço estimado de lançamento por kg de satélite.

Embora a intenção da recuperação e reutilização de partes do foguete esteja declarada em poucos lançadores deste porte, como o Arion 2, esta prática poderá também se estender para outros pequenos lançadores visando reduzir ainda mais os custos de lançamento. Outro aspecto relevante é o modelo pautado em iniciativa privada à frente desses novos desenvolvimentos. O menor porte do veículo estimula empreendedores privados a investirem em meios comerciais de lançamento de pequenos satélites.

Este cenário muda completamente o acesso ao espaço para usuários de pequenos satélites, até então sujeitos aos cronogramas dos satélites comerciais e demais requisitos dos grandes e médios lançadores.

Iniciativas bem sucedidas com pequenos lançadores

No início de fevereiro de 2018, a Agência Espacial Japonesa lançou com sucesso um pequeno foguete JAXA SS-520-5, colocando com sucesso um CubeSat de comunicação 3U em órbita, o Tricom-1R. O rastreamento orbital pelo *U.S. Joint Space Operations*

Tabela 2: Lançadores de grande e médio porte mais utilizados no ano de 2017 por nano/microsatélites, como *rideshare* (SpaceWorks Enterprises, Inc., 2018).

Lançador	Ariane 5	Falcon 9	GSLV	Longa Marcha 4B	Soyuz 2.1a
País ou Região	Europa	EUA	Índia	China	Rússia
Primeiro Lançamento	1996	2010	2001	1999	2004
Confiabilidade	99%	98%	73%	97%	97%
Massa	780 t	549 t	415 t	249 t	305 t
Local	Guiana Francesa	Cape Canaveral e Vandenberg	Satish Dhawan	Jiuquan e Taiyuan	Plesetsk e Guiana Francesa
Massa em GTO ¹	10,5 t	8,3 t	2,7 t	1,5 t	3,3 t
Preço estimado por lançamento	US\$ 178M	US\$ 62M	US\$ 47M	US\$ 30M	US\$ 80M

¹GTO – Órbita de transferência geo-estacionária.

Tabela 3: Veículos Lançadores de Pequeno Porte em Desenvolvimento (SpaceWorks Enterprises, Inc., 2018)

Lançador	Entidade/ Empresa	Status	Capacidade em SSO (kg)	Preço Estimado (kUS\$/kg)	Observação
Electron	Rocket Lab	1 Lanç. com sucesso (2018)	150	33	Privado. Lançado da Nova Zelândia
Kuaizhou	CAST	1 Lanç. com sucesso (2017)	250	57	Reuso de <i>ICBM</i> ²
LauncherOne	Virgin Orbit	1º. Lanç. previsto 2018	300	40	Privado. Lançado de aeronave. Estágios líquidos.
SSLV	ISRO	1º. Lanç. previsto 2019	700	12	Derivado do PSLV
Vector-R	Vector Space	1º. Lanç. previsto 2018	28	54	Privado.
Arion 2	PLD Space	1º. Lanç. previsto 2021	83	38	Reutilização de partes.
Alpha 1.0	FireFly Aerospace	1º. Lanç. previsto 2019	650	15	Privado.

Center mostrou que o SS-520-5 excedeu as expectativas de desempenho.

A Rocket Lab lançou, em 11 de novembro de 2018, o veículo Electron que colocou sete artefatos em órbita baixa (LEO), sendo um pequeno satélite com cerca de 115 kg e seis CubeSats (Figura 5).

Um Electron, que tem capacidade para uma carga útil de 150 a 225kg em SSO de 500km, já havia colocado um CubeSat em órbita em janeiro de 2018. A empresa espera ter uma alta frequência de lançamentos em 2019, graças à capacidade de rápida produção desse veículo, bem como a existência de um complexo privado de lançamento, na Nova Zelândia, licenciado para até 120 lançamentos por ano. Os custos projetados são de menos de USD 5 milhões por lançamento. Os lançamentos de 2018 custaram cerca de USD 6 milhões por foguete. Outro lançamento previsto para entre 13 e 21 de dezembro de 2018, levará mais 11 CubeSats a uma órbita circular de 500 km. Há 16 missões programadas pelas Rocket Lab para 2019, cerca de uma a cada duas semanas.

Desafios financeiros e tecnológicos

O conceito de um lançador barato está obviamente relacionado à redução de custos sem perda de desempenho, o que, como consequência, exige mais eficiência, como a redução da massa estrutural, com a utilização de materiais compósitos leves e

miniaturização de componentes, seguindo a tendência vista em satélites. Reduzir custos é complicado, uma vez que tais sistemas são complexos, a produção demanda tempo e é altamente dependente de mão-de-obra especializada. Contudo, novas tecnologias, juntamente com projetos avançados, podem fornecer meios para desenvolvimentos a custos aceitáveis.



Fig. 6. Lançamento do Electron em sua primeira missão totalmente comercial (Rocket Labs, 2018).

²ICBM significa *Intercontinental Ballistic Missile*.

Redução de custos/Tendências tecnológicas

<p>Reutilização de um ou mais estágios</p>	<p>A remoção dos <i>upper stages</i> de órbita já faz parte dos planos de alguns lançadores modernos. Porém, a maior parte dos veículos ainda não possui sistemas que realizam a reentrada controlada desses estágios para que sejam destruídos pela atmosfera. Novas normas exigirão a reentrada desses estágios superiores como forma de minimizar os perigos inerentes aos detritos espaciais. O emprego de técnicas avançadas de resfriamento pode mudar este cenário possibilitando o reaproveitamento de propulsores ao invés de sua destruição na reentrada.</p>
<p>Uso de componentes comerciais com qualificação industrial</p>	<p>O uso de COTS não só reduz custos diretamente com também indiretamente, i.e., tecnologias comerciais são, em geral, mais avançadas, têm melhor desempenho e consumo mais baixo de energia. A questão de confiabilidade pode ser resolvida através de processos de seleção de componentes aprovados em testes de estresse (i.e. <i>screening</i>). A experiência com CubeSats mostra que COTS selecionados podem sobreviver ao lançamento e funcionar perfeitamente em ambiente espacial. Os desenvolvimentos em aviônica para lançadores focam em unidades de medida inerciais, sistemas de distribuição de potência e computadores de bordo.</p>
<p>Produção em série</p>	<p>A produção de sistemas espaciais em larga escala barateia o custo de peças individuais. Apesar de o custo de lançamentos dedicados a pequenos satélites ser considerado ainda alto, a produção em série de pequenos lançadores pode reverter este quadro. Novas tecnologias são necessárias para a manufatura de estruturas a base de compósitos a preços acessíveis, como métodos de manufatura automatizados (e.g. robôs industriais como plataforma de manufatura). A tecnologia <i>Direct Metal Printing</i> (DMP) já está sendo utilizada em aplicações industriais e passa a ser de grande interesse para a indústria espacial. Já há algumas iniciativas nessa direção. A tecnologia <i>Selective Laser Melting</i> (SLM), relacionada a impressão 3D, tem grande chance de revolucionar o processo de fabricação de novos veículos. Ela já está sendo usada no veículo de grande porte Space Launch System (SLS).</p>
<p>Tecnologia híbrida</p>	<p>Propulsores com combustíveis tanto sólidos quanto líquidos em diferentes estágios do veículo podem resultar em lançadores de baixo custo para alta frequência de lançamentos. Propelente sólido de alto desempenho tem preço acessível, é altamente disponível no mercado e tem outras aplicações industriais (e.g. APCP e PBHT). A utilização deste tipo de propelente ajudaria a viabilizar um projeto de lançador de pequeno porte. A propulsão líquida oferece confiabilidade, alto desempenho, capacidade de aceleração e fácil reignição. Por exemplo, materiais usados por essa tecnologia, como LOX (oxigênio líquido) e querosene altamente refinado, têm baixo custo, estão disponíveis no mundo todo, são ecológicos e são fáceis de serem estocados. Aliados a materiais cerâmicos, garantem alta resistência à oxidação, tolerância a desgastes e são resistentes a choques térmicos. Propulsores híbridos combinariam as vantagens dos motores a combustível sólido (simplicidade e facilidade de manuseio) e líquidos (segurança, aceleração e capacidade de reignição).</p>
<p>Redução de custos associados</p>	<p>Os custos de lançamento não são restritos à produção do foguete. Custos com infraestrutura de solo, logística e pessoal podem ser (e devem ser) otimizados. Veículos de pequeno porte permitem maior otimização desses itens.</p>

Situação brasileira

Uma das mais bem sucedidas iniciativas brasileiras de desenvolvimento de foguetes se deu na década de 1970, no campus do então Centro Técnico Aeroespacial (CTA). O primeiro voo do veículo de sondagem SONDA IV, no início da década de 1980, marcou também o apogeu dessas atividades, que passaram a declinar com o passar dos anos, embora de forma sutil. Resultou desse cenário a condução de um projeto de vulto para o Brasil, o VLS, em um ambiente não ideal, com dois voos incompletos na década de 1990 e um acidente na preparação para o terceiro lançamento em 2003. Houve tentativa de prosseguimento desse projeto, que, infelizmente, não vingou, culminando com o seu recente cancelamento.

Um lançador de pequenos satélites brasileiro

Porém, o advento dos nanosatélites abre uma nova janela de oportunidades que muitos países, com suas respectivas empresas, institutos de pesquisa e desenvolvimento e instituições acadêmicas, podem aproveitar, tanto para a construção de satélites quanto para veículos lançadores de pequeno porte.

No que se refere aos lançadores, no Brasil, a hipótese de desenvolvimento de um lançador para pequenos satélites é viável. Podem ser aproveitados os desenvol-

vimentos já realizados pelo DCTA e por algumas empresas para diminuir custos e cronograma. Alguns aspectos favoráveis e desfavoráveis devem ser considerados para a realização dessa empreitada.

O desenvolvimento de um lançador de pequenos satélites com massas menores que 50 kg, para órbitas baixas, permite utilizar motores já produzidos pelo DCTA/IAE, a menos de eventual necessidade de um estágio superior que não possa ser sanada. Por outro lado, é preciso considerar que os envelopes motores, fabricados em aço 300M deverão ser fabricados com outro material, devido à dificuldade hoje enfrentada para a obtenção dessa matéria prima. O IAE estava desenvolvendo envelopes em aço *maraging* para sanar essa dificuldade. Se esse desenvolvimento não estiver disponível dentro dos próximos anos, então será necessário considerar o desenvolvimento de envelopes em fibra orgânica. Já existem algumas iniciativas nesse sentido.

Outra questão é o sistema de controle de trajetória. Por exemplo, o lançador japonês SS-520 decolou a partir do solo de uma haste com trilhos, e só dispunha de um sistema de gás frio para efetuar o apontamento do segundo estágio em sua fase balística. O lançador foi estabilizado estaticamente por empenas no primeiro estágio e dinamicamente por rolamento induzido.

Para o desenvolvimento de um pequeno lançador brasileiro, caso se decida efetuar controle por desvio do

Aspectos favoráveis

- Existem infraestruturas de ensaios e de fabricação que pode e deve ser aproveitada.
- Existe infraestrutura de lançamento de foguetes em Alcântara que deve ser aproveitada.
- Existem especialistas nos institutos de pesquisa, no mercado e aposentados que podem dar suporte técnico ao projeto.
- Algumas indústrias podem dar suporte necessário em áreas como mecânica fina, fibras orgânicas, insumos químicos (com exceção do polibutadieno hidroxilado, pelo menos no curto prazo) e itens pirotécnicos e eletropirotécnicos.

Aspectos desfavoráveis

- A idade avançada de muitos especialistas disponíveis, tanto nos institutos de pesquisa quanto no mercado, sem uma visível reposição por especialistas mais jovens, pode comprometer o projeto.
- Desde o início da década de noventa, as equipes técnicas de projeto foram aos poucos se desfazendo; portanto, há áreas em que não há especialistas em número suficiente para dar suporte ao projeto. Portanto, parte dos recursos humanos deveriam ser importados, ou remanejados da iniciativa privada (e.g. indústria bélica).

jato dos motores (*TVC-Thrust Vector Control*), como o utilizado pelo Electron, parte dos insumos não está disponível no Brasil como, por exemplo, computador de bordo, sistema inercial e sistema de terminação de voo.

É natural admitir que o Veículo Lançador de Microsatélites (VLM) seja adotado como ponto de partida, já que foram realizados vários estudos sobre sua configuração na década de 90. O propósito era estudar a viabilidade de lançamento de uma pequena carga em órbita, antes do primeiro voo do VLS-1. Na época, os estudos de controlabilidade do terceiro estágio apontaram dificuldades para o alcance desse objetivo. Esse fator, somado à pouca atratividade pelo seu baixo desempenho em relação à colocação de massas em órbita, levou à paralização dos estudos.

Levando em conta a considerável redução de massas dos satélites atuais, parece ser possível retornar a um micro lançador com base nos motores e outras partes já desenvolvidos para o VLS-1 e outros veículos de sondagem.

O veículo VLM-1, a ser originado do foguete de sondagem VS-50, em estudo pelo DCTA, terá maior capacidade do que a prevista inicialmente e tem como base o motor S-50 atualmente em desenvolvimento.

Um modelo com características de parceria público-privada, com a iniciativa e gestão realizadas por empresa privada ou por órgão ligado ao Poder Executivo com características de empresa privada, é a recomendada para um possível projeto como esse.

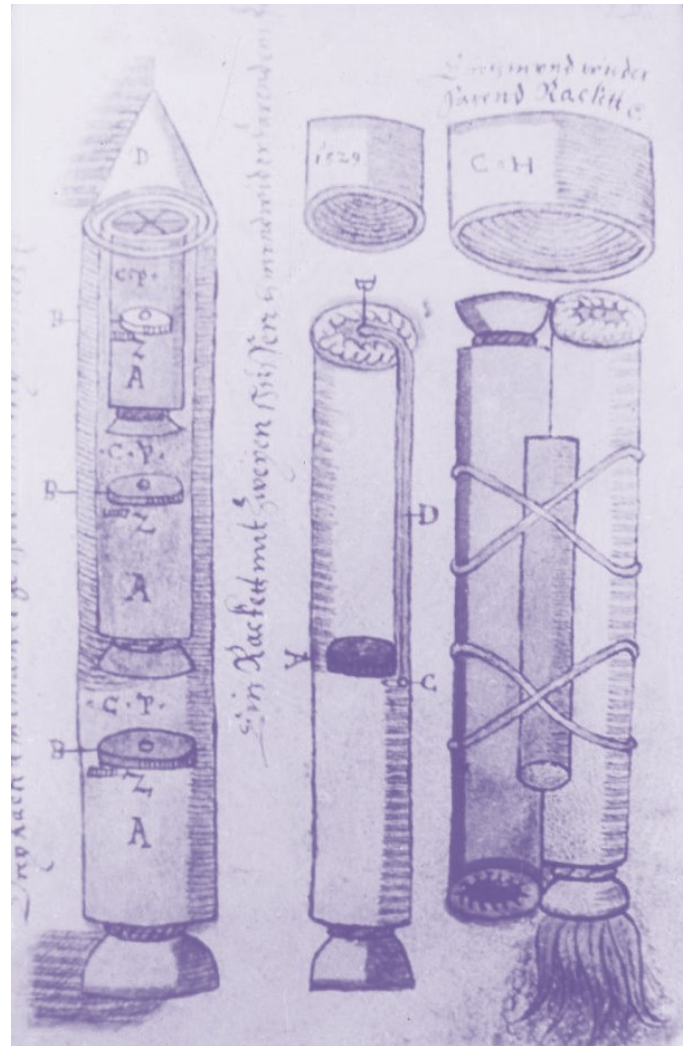


Fig. 7: Imagem do manuscrito encontrado em Sibiu, Romênia, com cerca de 500 anos, que detalha a construção de um foguete de vários estágios com combustível líquido. Atribuído ao engenheiro militar austríaco Conrad Haas (1509–1576).



Observatório de Tecnologias Espaciais
Boletim Número 2, Ano 3, Dezembro 2018

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)
SCS Quadra 9 – Torre C – 4º andar – salas 401 a 405
Edifício Parque Cidade Corporate
70308-200 - Brasília, DF
Telefone: (61) 3424.9600



www.cgee.org.br
ote@cgee.org.br

 @CGEE_oficial