

Uma tentativa de mensurar o retorno do investimento público no setor espacial brasileiro

Michele Cristina Silva Melo¹
Lúcia Helena Michels Freitas²

Resumo: O setor espacial é responsável pela geração de produtos com alto valor agregado e possui um efeito difusor para, praticamente, todos os setores da economia. As recentes transformações têm mudado a dinâmica setorial, com maior participação do setor privado. Apesar de o governo ainda ser o maior financiador de projetos, principalmente de missões de grande vulto, as mudanças no setor têm direcionado para o segmento privado a responsabilidade das decisões e soluções tecnológicas dos problemas propostos. Mesmo com tais características, o setor ainda não está consolidado, do ponto de vista de estruturação de dados, para permitir a avaliação dos investimentos públicos realizados de uma forma robusta. Assim, neste trabalho, optou-se por adotar uma metodologia de multiplicador desenvolvido para os países da União Europeia, resultando em uma taxa de retorno direto de 3 vezes e indireto de 6 vezes para cada Real (R\$) investido pelo setor público.

Palavras-chave: Investimento Público; Setor Espacial; Taxa de Retorno

Código JEL: H30; H54; O23

¹ Doutora em Economia. Analista em Ciência e Tecnologia da Agência Espacial Brasileira. Email: michelecsmelo@gmail.com

² Mestre em Gestão Econômica do Meio Ambiente. Analista em Ciência e Tecnologia da Agência Espacial Brasileira. Email: luciah.michels@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, diversos países têm realizado investimentos no setor espacial. Mesmo aqueles países que não possuem histórico no setor, perceberam os benefícios que podem advir da tecnologia espacial: desde a geração de benefícios diretos até a difusão para os demais setores da economia.

Nos anos de 1960, um grupo restrito de países dominava a tecnologia espacial e concorriam, entre si, para acessar autonomamente o espaço. Atualmente, há um grande grupo de países que já domina determinadas tecnologias e o foco das atenções se volta para a exploração do espaço exterior, normalmente realizada por meio de grandes acordos entre os países para suportar o investimento dos recursos financeiros necessários para esses projetos.

Os principais países do setor espacial, como Estados Unidos, China, Rússia, Japão e Índia investem, anualmente, bilhões de dólares, tendo uma indústria extremamente forte e engajada nos projetos, dominando praticamente toda a cadeia de valor do setor, isto é, os segmentos de satélites, solo, lançadores e aplicações.

Contudo, países de menor porte e com recursos mais escassos, como a África do Sul, Peru, países do sudeste asiático e outros, têm orientado seus investimentos para a compra de produtos espaciais por questões de segurança nacional ou autonomia na geração de dados de telecomunicações e acesso à internet. Parte desses investimentos conta com a tentativa de internalização da tecnologia adquirida. Esse comportamento se deve ao fato de a tecnologia espacial gerar *spinoffs* consideráveis e impactar praticamente todos os setores econômicos.

Apesar de serem bem conhecidos os efeitos positivos da tecnologia espacial sobre os setores econômicos, bem como a geração de *spinoffs* e *spillovers* por parte do setor espacial, os estudos que efetivamente demonstram o impacto econômico dos investimentos realizados ainda são escassos.

Esses estudos são importantes para balizar e justificar os elevados recursos alocados por parte dos governos no desenvolvimento e incentivo à indústria espacial nacional, em detrimento de outros setores.

No caso brasileiro, além de não existirem estudos do tipo, as características do setor espacial impõem dificuldades ainda maiores quando comparado com outros países: a existência de uma indústria restrita e de pequeno porte; a inexistência de uma classificação específica e detalhada

para produtos espaciais; e o fato de os produtos espaciais não serem a principal entrega de grande parte da indústria nacional. Estes são apenas alguns fatores que demonstram as dificuldades de se mensurar os benefícios gerados pelo setor espacial no Brasil.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é propor a utilização de uma metodologia existente, na tentativa de mensurar os impactos gerados na economia pelos investimentos públicos realizados no ano de 2020 pela Agência Espacial Brasileira (AEB), por meio da análise dos três maiores projetos: o satélite CBERS-4A; o satélite Amazonia-1 e veículo lançador VLM-1.

2. CONCEITUANDO ECONOMIA ESPACIAL

Antes de mensurar o impacto da atividade espacial, faz-se necessário conceituar os termos “setor espacial” e “economia espacial”.

Para a OCDE (2014), no trabalho *Handbook on Measuring the Space Economy*, “*the space sector includes all actors involved in the systematic application of engineering and scientific disciplines to the exploration and utilization of outer space, an area which extends beyond the earth’s atmosphere*”. Contudo, tal definição, atualmente, mostra-se extremamente limitada, dado o desenvolvimento de serviços e aplicações espaciais.

A influência do setor espacial se expande além das aplicações diretas, pois empresas de setores não-espaciais conseguem se beneficiar, diretamente, de serviços espaciais e, indiretamente, via conhecimento e *spillovers* tecnológicos.

Estudos passados como *Size and Health e Case for Space* (London Economics 2014) focaram na indústria espacial isoladamente, ou seja, empresas que fabricam, lançam e operam equipamentos espaciais. No entanto, há um grupo adicional de organizações que utiliza os sinais e dados ofertados por essas empresas para desenvolver aplicações de valor agregado como, por exemplo, imagens de observação da terra e serviços de banda larga via satélite. Esse grupo não faz parte da indústria espacial, mas, mesmo assim, obtém receitas geradas por equipamentos e/ou serviços que dependem da continuidade de operação da indústria espacial. De modo a incluir esse grupo de empresas, utiliza-se um termo mais amplo, economia espacial.

“The space economy is much wider than the space sector and can be defined using different angles. It can be defined by its products (e.g. satellites, launchers...), by its services (e.g. broadcasting, imagery/data delivery), by its programmatic objectives (e.g. military, robotic space

exploration, telecommunications...), by its actors/value chains (from R&D actors to users), and by its impacts (e.g. direct and indirect benefits...). One drawback is that narrow definitions might ignore important aspects, such as the R&D actors (laboratories and universities), the role of the military (as investor in R&D budgets and customer for space services), or ignore scientific and space exploration programs altogether”. (OECD 2014, 19).

A definição adotada pela London Economics (2014) e que será adotada nesse estudo:

“The Space Economy is the full range of activities and the use of resources that create and provide value and benefits to human beings in the course of exploring, understanding, managing and utilizing space. Hence, it includes all public and private actors involved in developing, providing and using space-related products and services, ranging from research and development, the manufacture and use of space infrastructure (ground stations, launch vehicles and satellites) to space-enabled applications (navigation equipment, satellite phones, meteorological services, etc.) and the scientific knowledge generated by such activities. It follows that the Space Economy goes well beyond the space sector itself, since it also comprises the increasingly pervasive and continually changing impacts (both quantitative and qualitative) of space-derived products, services and knowledge on economy and society”. (London Economics 2014, 11).

3. O SETOR ESPACIAL MUNDIAL

A tecnologia espacial já faz parte da vida moderna: previsão do tempo disponível a qualquer momento, serviços baseados em localização nos smartphones, eventos transmitidos ao vivo e disponibilização de conexão banda larga em áreas rurais de difícil acesso. As tecnologias espaciais se tornaram parte integral da vida diária dos cidadãos, ainda que não tenham conhecimento de tais tecnologias.

A característica da tecnologia espacial é ser amplamente transversal, de modo que está presente em diversas áreas, tais como: aviação, pesquisa, agricultura, pesca, monitoramento, comunicação, exploração geológica, transportes, energia setor financeiro, defesa, serviços de

emergência e resposta a desastres, entre outros. Dado o amplo espectro de utilização dessa tecnologia, a disponibilidade e a continuidade desses serviços possuem uma grande importância econômica. O potencial de desenvolvimento de novas aplicações e serviços pode influenciar o processo de inovação, gerando *spillovers* importantes para todos os setores econômicos.

Considerando essas características, conforme Figura 1, a economia espacial global atingiu o valor de US\$ 366 bilhões de dólares em 2019 (Bryce 2020), com perspectivas de atingir US\$ 1 trilhão (Morgan Stanley 2019) a US\$ 2,7 trilhões (CNBC 2017) de dólares até 2040. O segmento de aplicações espaciais como, por exemplo, telecomunicações, sensoriamento remoto e segurança nacional, é responsável por grande parte da economia espacial, sendo assim, o mais dinâmico do setor espacial, pois requer menor volume de investimentos e propicia um retorno em um menor espaço de tempo.

Um país com as dimensões territoriais do Brasil demanda muitas soluções advindas do espaço. Monitoramento de fronteiras, terrestres ou marítimas, controle de frotas, gerenciamento de desastres, comunicações em localidades distantes, soluções para educação à distância são apenas alguns segmentos fortemente dependentes da tecnologia espacial no Brasil.

Em termos de evolução, a digitalização da economia é um dos principais itens que demandará soluções a serem providas pelo setor espacial nos próximos anos. Diversas aplicações espaciais podem proporcionar resultados para questões de saúde e educação à distância, tão demandados nos tempos atuais em função da pandemia do vírus Covid-19. A tecnologia 5G também é um fator que responderá ao aumento da demanda por conexões de alta velocidade em um ambiente onde o trabalho remoto se tornou uma realidade.

Os equipamentos de solo compõem outra grande parte da fatia, afinal, são necessários para garantir o correto recebimento e retransmissão dos dados satelitais em suas diversas aplicações.

O segmento de lançamentos foi responsável por apenas US\$ 4,9 bilhões de dólares em 2019. Isso se deve à entrada de empresas privadas que passaram a explorar comercialmente o acesso ao espaço e, com isso, derrubaram drasticamente o preço dos serviços de lançamentos.

Os orçamentos governamentais e os recursos destinados a voos espaciais comerciais corresponderam a US\$ 95 bilhões de dólares da economia espacial em 2019. Um seleto grupo de países, incluindo Estados Unidos, Rússia e China, é responsável por grande parte desse orçamento e por manter programas espaciais mais completos.

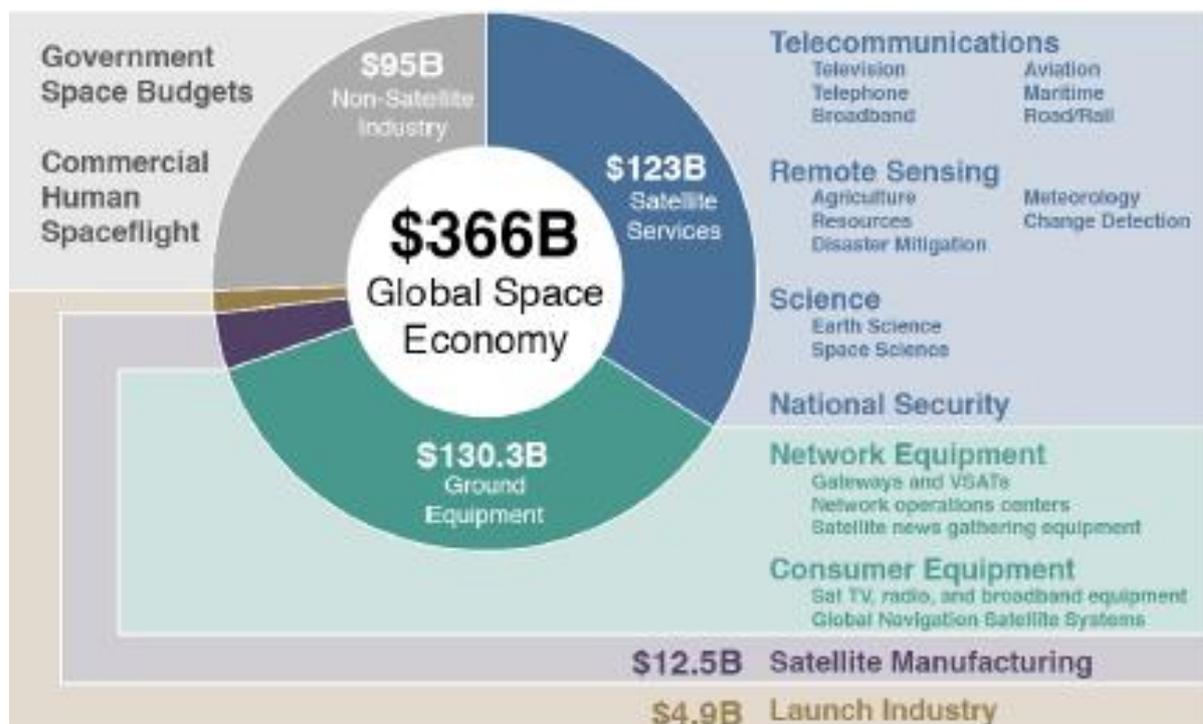


Figura 1 – A indústria de satélites em contexto

Fonte: Bryce 2020

A indústria de manufatura de satélites responde por US\$ 12,5 bilhões de dólares. O processo de miniaturização dos componentes tem provocado a redução do peso médio dos satélites nos últimos anos e transformado a dinâmica do setor espacial.

A Figura 2 traz a previsão de aumento no número de lançamento de satélites para a próxima década. O aumento da demanda por satélites provocará efeitos positivos no mercado de lançamentos. Inclusive, essa previsão tem estimulado o desenvolvimento de veículos lançadores de pequeno porte, dedicados para o lançamento de nanosatélites ou nanosat. Esses tipos de veículos lançadores procuram um nicho de mercado focado nos clientes que não querem esperar pela janela de lançamento dos veículos de grande porte.

Um veículo de grande porte precisa preencher sua capacidade total de lançamento para maximizar seus lucros, o que força os clientes a esperarem um grande período de tempo para confirmar seu lançamento. Como o número de lançadores comerciais ainda é pequeno, isso torna o tempo de espera ainda maior. Assim, os desenvolvedores de veículos menores visam um mercado para lançamentos tempestivos e para os clientes dispostos a não esperar um tempo muito longo para a realização do lançamento.

De acordo com a Figura 2, para o período entre 2020 e 2029, a previsão é que o segmento de lançamentos alcance US\$ 18 bilhões de dólares por ano (Euroconsult 2020). O número médio de satélites a serem lançados no mesmo período será de 1.011 contra uma média de 181 satélites durante o período de 2010 a 2019. E esse segmento tem atraído a participação de diversas empresas privadas, que entram no mercado com o objetivo de atender ao aumento da demanda por lançamentos.

Como exemplo, em 2018, a SpaceX realizou 15 operações de lançamento comercial (SpaceX 2018). Em 2017, essa empresa lançou 18 veículos lançadores e recuperou 14 motores reutilizáveis (The Economist 2018). A Blue Origin planeja lançar os primeiros turistas ao espaço no futuro próximo (Wattles 2017). Cabe destacar que o desenvolvimento de motores reutilizáveis foi um marco importante para o crescimento do segmento de veículos lançadores, pois reduziu, consideravelmente, o custo do acesso ao espaço.

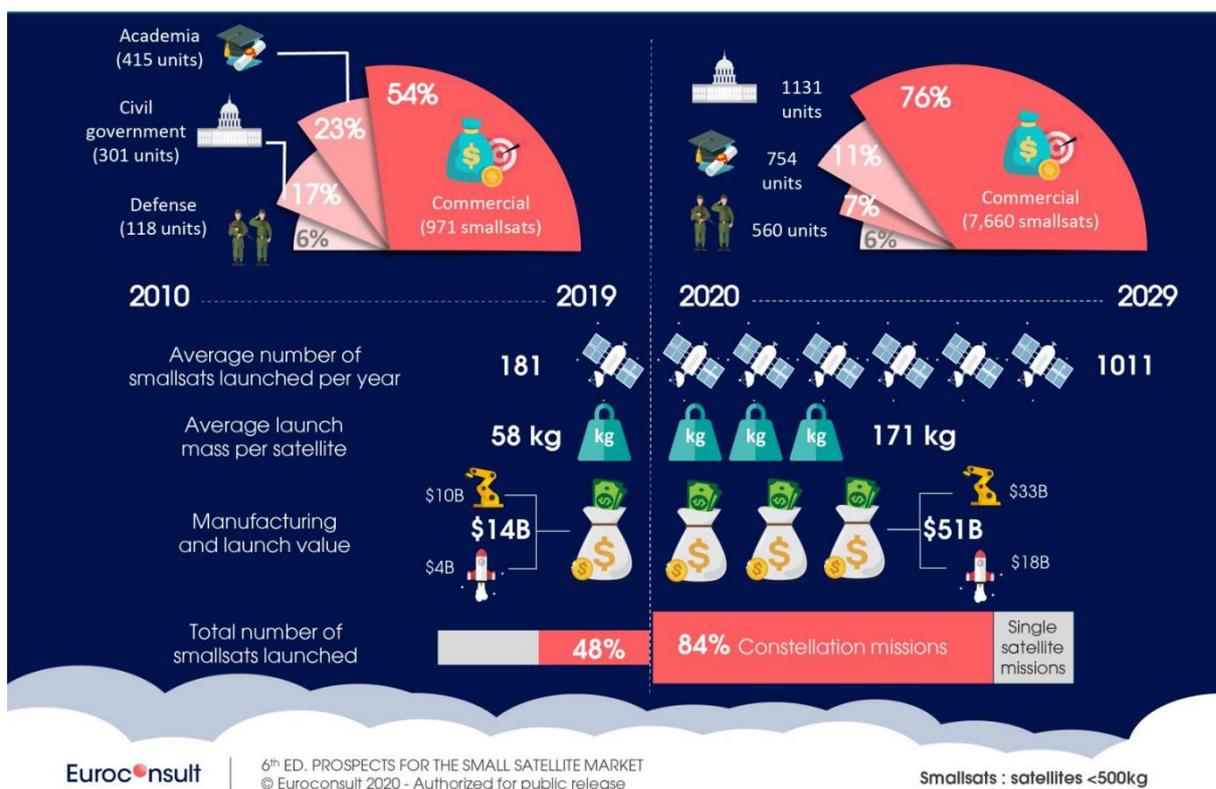


Figura 2 – Mercado de Pequenos Satélites até 2029

Fonte: Euroconsult 2020

Historicamente, os governos têm sido os principais investidores do setor espacial. O orçamento das agências espaciais somou US\$ 70,8 bilhões de dólares (Euroconsult 2019), sendo que

somente a NASA (Agência Espacial Americana) é responsável por US\$ 20 bilhões desse total. Adicionando-se o orçamento do Departamento de Defesa norte-americano voltado para espaço, o volume de recursos destinados pelos Estados Unidos para a área espacial é de mais de US\$ 40 bilhões de dólares, como pode ser observado pela Figura 3. Em seguida, considerando o volume de investimento, temos a China (US\$ 5,8 bilhões), Rússia (US\$ 4,170 bilhões), França (US\$ 3,158 bilhões), em termos de países individuais. Não se pode deixar de fora a ESA (Agência Espacial Europeia), com orçamento total de US\$ 6,68 bilhões, para o ano de 2020 (ESA 2020).

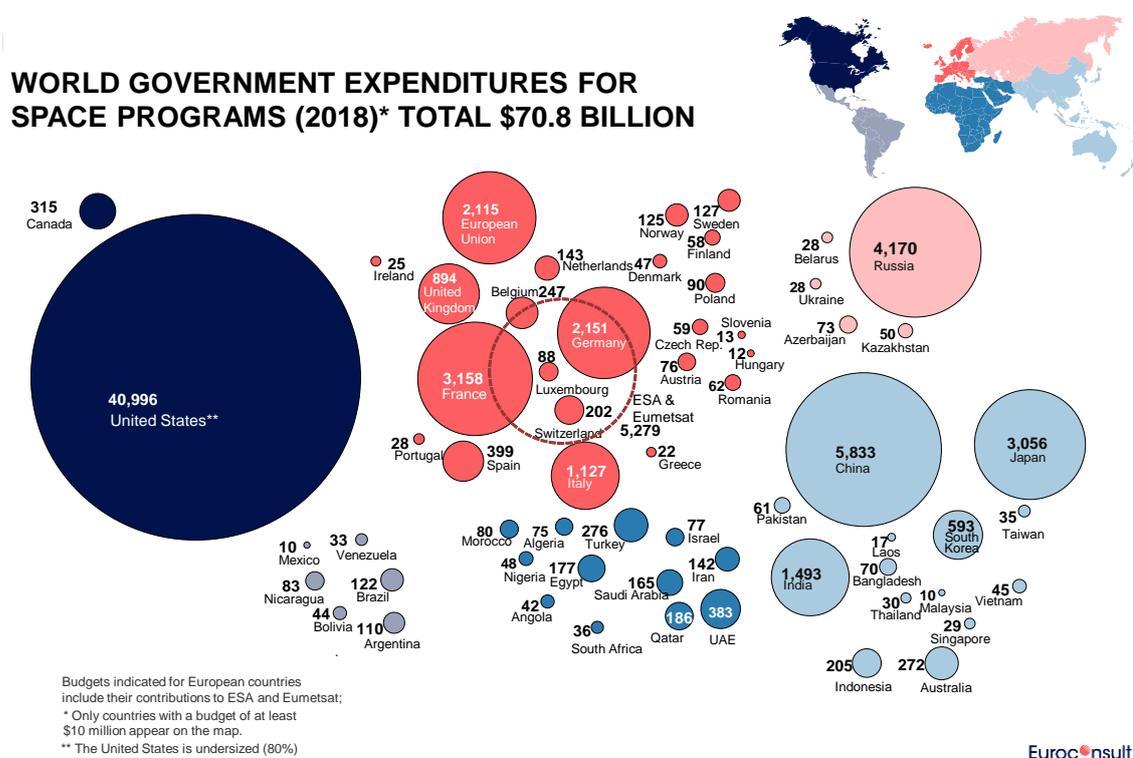


Figura 3 – Orçamento dos Programas Espaciais

Fonte: Euroconsult 2019

Nota-se, nos últimos anos, o aumento do número de países interessados em investir no setor espacial, justamente por verificar a capacidade de interação e geração de *spinoffs* e *spillovers* que o setor possui. Mesmo com orçamentos limitados, diversos países têm apostado no setor espacial como *driver* de inovação e desenvolvimento socioeconômico. Apenas na América Latina, temos iniciativas no setor espacial por parte de Argentina, Paraguai, Peru, Chile e Bolívia, além do Brasil.

4. TRADICIONAL (TRADITIONAL SPACE) X NEW SPACE

O setor espacial tem passado por grandes transformações nas últimas décadas. Chamado de *Traditional Space* (ou *Big Space*), esse setor, durante um longo período foi dominado por investimentos estatais, com grandes projetos de elevado custo e tempo de duração como, por exemplo, o Shuttle, a Estação Espacial Internacional e o telescópio Hubble. Os governos, além de serem os principais investidores, também faziam o papel de definir os requisitos e a forma de realizar o desenvolvimento tecnológico.

Nos anos 80, a revolução da microeletrônica permitiu a miniaturização de diversos componentes e tecnologias, incluindo as espaciais, dando início ao chamado “*New Space*”. Mais apenas do que revolucionar o setor do ponto de vista tecnológico, o “*New Space*” também trouxe mudanças na organização e na participação estatal/privada, permitindo o surgimento de novos modelos de negócios.

“New Space” é “a sectorial dynamic encompassing various interrelated trends which, together, are driving the emergence of a new approach to space activities characterized, in particular, by a more prominent and leading role for the private sector and by more private, market-oriented activity” (Tugnoli; Sarret; e Aliberti 2018).

O termo “*New Space*” é frequentemente comparado com o chamado “*Traditional Space*”. O primeiro é o resultado do surgimento de novos modelos de negócios e da progressiva transformação do modo tradicional de conduzir as atividades do setor espacial. O segundo é caracterizado por um conjunto de atividades lideradas e financiadas por governos. Entre as iniciativas do setor público que beneficiaram o surgimento do “*New Space*” destacam-se a evolução dos marcos legais e regulatórios que permitem a maior participação do setor privado nas atividades espaciais.

O início dessa transformação no setor se dá pelo surgimento de iniciativas voltadas ao mercado privado em diferentes segmentos do setor espacial, tais como, o desenvolvimento de lançadores, observação da Terra, telecomunicações e exploração espacial. Grande parte da atividade espacial, no entanto, continua sendo liderada por governos, por conta dos elevados volumes de recursos que ainda são necessários, sendo o setor privado contratado como parte de programas públicos.

Essas novas iniciativas são resultado do surgimento de empresas que adentram o setor espacial como *startups* e grandes companhias de tecnologia da informação que buscam explorar o mercado de aplicações. Esses novos negócios impulsionam os fundos públicos e privados para modelos inovadores e que apresentam soluções disruptivas. A indústria espacial se torna cada vez mais intensiva em conhecimento e gera empregos de alta qualificação.

Pelo lado econômico, a emergência de um grande número de iniciativas de desenvolvimento de lançadores de pequeno porte responde à demanda que advém do crescimento de nano e microssatélites do “*New Space*”. É importante notar que as novas empresas não se concentram somente nos segmentos de veículos lançadores e satélites, mas, também, no desenvolvimento de novos serviços e aplicações.

Nesse novo modelo, a participação privada aumenta consideravelmente, principalmente por conta da redução de custos propiciada pela miniaturização dos componentes. Os projetos passam a ter menores prazos e custos, tornando-se mais acessíveis para as empresas privadas que, anteriormente, não tinham condições de suportar os riscos associados aos projetos.

Também se reduz o peso médio dos satélites que, em grande parte, deixam de pesar toneladas, diminuindo a sua vida útil. Assim, faz-se necessária a substituição desses satélites em um período menor de tempo. Satélites de grande porte podem ter vida útil de cerca de 20 anos, enquanto nanosatélites possuem uma vida útil bem menor, podendo chegar, por exemplo, a 2 anos. O maior número de satélites de menor porte lançados contribui para uma maior cadência de demanda por produtos na indústria, o que influencia positivamente a geração de emprego e renda.

Essas mudanças se refletem na própria atuação e dinâmica do setor espacial. Como pode ser observado na Figura 4, há uma maior participação do setor privado. O papel do Estado se volta para a definição dos requisitos de alto nível enquanto, o como fazer, passa a ser de responsabilidade do setor privado. Os custos também passam a ser compartilhados e não mais apenas suportados pelo governo.

Tradicionalmente, o apoio governamental tem sido um fator crítico para a mudança tecnológica ligada à indústria espacial. Empresas privadas nos Estados Unidos, por exemplo, tinham acesso ao arquivo técnico da Agência Espacial Americana (Bockel 2018). Essas condições favoráveis foram essenciais para as empresas realizarem os saltos tecnológicos (Chaikin 2012). A

cooperação entre cientistas do governo e a indústria privada desencadeou avanços convincentes em uma série de setores, com aplicações em diversas áreas que não a espacial (Werner 2015).

Os governos também têm desempenhado um papel financeiro importante, apoiando o setor espacial de diversas formas como, por exemplo, bolsas de pesquisa, contratos e outros acordos com o setor privado (Bockel 2018). A Agência Espacial Americana (NASA) utiliza o recurso de contratos diretos com a indústria de forma sistemática. Um exemplo é o desenvolvimento de um veículo capaz de levar cargas e astronautas para a Estação Espacial Internacional (ISS) e o veículo que realizará a missão de retorno à Lua em 2024. A entrada no mercado das tecnologias desenvolvidas ainda pode necessitar de apoio governamental, pois os custos e os riscos podem ser tão elevados que as empresas privadas não têm condições de assumir por conta própria (OCDE, 2016). Essa situação tem se alterado à medida que as empresas passam a visualizar a possibilidade de lucros no setor espacial.

Características	Legacy Space	New Space
Proprietário	Estado	Indústria
Gerente do Contrato	Prime Contractor	Parceria Público Privada
Cliente	Estado	Estado e Indústria
Papel das Agências Espaciais	Estado define “o que” e “como”	Estado define “o que” e indústria define o “como”
Definição dos requisitos	Estado define requisitos detalhados	Estado define requisitos de alto nível
Estrutura de Custos	Estado incorre em custo total	Divisão dos custos entre Estado e Indústria

Figura 4 – Características do antigo e do novo setor espacial

Fonte: Adaptado do trabalho de Martin 2017

Tradicionalmente, os investidores consideravam as oportunidades comerciais no setor espacial como de alto risco, elevado custo e caracterizadas por longos períodos para obter o retorno do

investimento realizado, o que inviabilizava a atuação do setor privado por conta própria (Wakimoto 2018). Normalmente, as empresas que atuavam no setor espacial eram dependentes das compras e contratos governamentais. Até 1982, o governo dos Estados Unidos era responsável pelo lançamento de todas as cargas civis e comerciais dentro de suas fronteiras. Os veículos lançadores eram produzidos sob contrato com o governo americano e o processo de licitação para esses contratos tendia a ser não competitivo, devido ao número limitado de empresas que atuavam no setor espacial (Berger 2017).

Várias mudanças importantes, no entanto, reduziram as barreiras à entrada e aumentaram o interesse do setor privado no espaço. Cita-se, por exemplo, as melhorias nas práticas gerenciais e o desenvolvimento tecnológico estão reduzindo os custos de produção e de lançamento dos satélites. A padronização da produção imposta pela SpaceX para seus veículos lançadores teve um impacto significativo na redução de custos de produção (Chaikin 2012). Como dito anteriormente, o desenvolvimento de motores reutilizáveis também teve um impacto significativo na indústria, colocando a SpaceX como uma das principais empresas do setor espacial. **A redução nos preços proporcionada (por quem, por que) praticamente transformou o acesso ao espaço em uma commodity.**

O aumento da participação privada também está afetando diversos mercados ao redor do globo. Embora os Estados Unidos ainda sejam o principal mercado privado no setor espacial, a Europa tem aumentado seu protagonismo e as empresas europeias passaram a concorrer com empresas americanas. Ao mesmo tempo, os países em desenvolvimento estão fazendo avanços significativos em seus próprios programas espaciais (Bockel 2018). Países sem histórico no setor espacial têm realizado investimentos e avançado rapidamente no desenvolvimento de veículos lançadores e de missões de exploração espacial, como é o caso dos Emirados Árabes, que lançaram seu primeiro satélite nos anos 2000 e já planejam missões para Marte.

No cenário atual, o Estado passa a financiar grandes projetos espaciais que, por suas características, não podem ser realizados inteiramente pelo setor privado, ainda necessitando de elevadas parcelas de investimento público. Contudo, a forma desses investimentos muda drasticamente. Por exemplo, a NASA encomendou no mercado, o desenvolvimento de um veículo capaz de levar seus astronautas para a Estação Espacial Internacional. Duas empresas se habilitaram para o fornecimento e receberam recursos da agência americana, gerando concorrência entre elas. As instituições privadas se candidatam não apenas para receber um contrato público, mas também porque passam a visualizar oportunidades lucrativas no setor

espacial. Novos mercados (turismo e exploração espacial) e produtos (motores reutilizáveis) podem ser explorados por essas empresas em um setor com perspectivas positivas de crescimento.

5. O SETOR ESPACIAL BRASILEIRO

O setor espacial brasileiro surgiu nos anos de 1960, antes de China ou Índia. O desenvolvimento das atividades espaciais relacionadas aos veículos lançadores estava sob responsabilidade da Força Aérea Brasileira, o que resultou em restrições de importação dos principais componentes da época. Posteriormente, em 1971, as atividades relacionadas aos satélites foram designadas para o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Ainda na década de 1970, foi criada a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), responsável por atualizar a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais e coordenar os programas setoriais civis e militares. Durante as décadas de 1960 e 1970, o programa SONDA deu início à busca pela nacionalização da produção de foguetes e, posteriormente, veículos lançadores no país.

Também durante os anos de 1970, foi instituída a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) com o objetivo de lançar um satélite nacional a partir de um veículo lançador nacional de um centro de lançamento nacional. Assim, em 1983 foi inaugurado o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), localizado na cidade de Alcântara, Estado do Maranhão. O Brasil já possuía um centro de lançamento localizado nas proximidades da cidade de Natal, o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno. Contudo, devido ao crescimento da cidade e sua proximidade com o centro, os riscos associados em caso de falha no lançamento de veículos de grande porte impossibilitaram o uso do centro. O INPE, responsável pelo desenvolvimento de satélites, completou os SCD-1 e SCD-2. A MECB foi prejudicada pelo acidente com o veículo desenvolvido à época pelo Brasil, chamado de VLS (Veículo Lançador de Satélites), em 2003.

Com o objetivo de ter uma instituição civil liderando o setor espacial no Brasil, foi criada a Agência Espacial Brasileira (AEB) em 1994. A AEB seria uma organização central do sistema espacial, enquanto a Força Aérea Brasileira continuaria lidando com o desenvolvimento de veículos lançadores e o INPE, com satélites. O setor espacial no Brasil atualmente é organizado

através do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), tendo a AEB como órgão central e contando com o INPE e o IAE como órgãos executores. Também participam representantes da indústria e da academia. Esse modelo está em fase de reestruturação. Seguindo o modelo norte-americano, a proposta é a criação do Conselho Nacional do Espaço (CNE), presidido pela Casa Civil, e com a responsabilidade de definir as diretrizes estratégicas do Programa Espacial Brasileiro. Também está prevista a criação do Comitê Executivo do Espaço (CEE) que atuaria em nível mais operacional e será presidido pela AEB.

Diversos projetos desenvolvidos ao longo do tempo apresentaram bons resultados, como os veículos de sondagem (família SONDA) e os satélites de coleta de dados (SCDs). Contudo, os projetos posteriores não obtiveram o mesmo sucesso. A título de exemplo, cita-se o Veículo Lançador de Satélites (VLS) que foi interrompido após o acidente em 2003, sendo substituído pelo projeto do Veículo Lançador de Microsatélite (VLM-1), ainda em desenvolvimento.

Pelo lado satelital, o Brasil assinou um acordo de cooperação com a China que resultou no lançamento dos satélites da série CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*), sendo o último lançado em dezembro de 2019. Entretanto, projetos em parceria com outros países não foram concluídos como, por exemplo, o SABIA-mar, que seria fabricado com a Argentina. O principal motivo da paralização desses projetos é a contínua redução dos recursos destinados ao Programa Espacial Brasileiro (PEB), como pode ser observado pelo Gráfico 1.

Outro projeto prejudicado pelas restrições orçamentárias foi a *joint-venture* entre Brasil e Ucrânia para a produção de um veículo lançador utilizando o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA). A empresa chamada *Alcantara Cylcone Space* (ACS) encerrou suas atividades sem concluir as obras do centro de lançamento e sem o veículo completo.

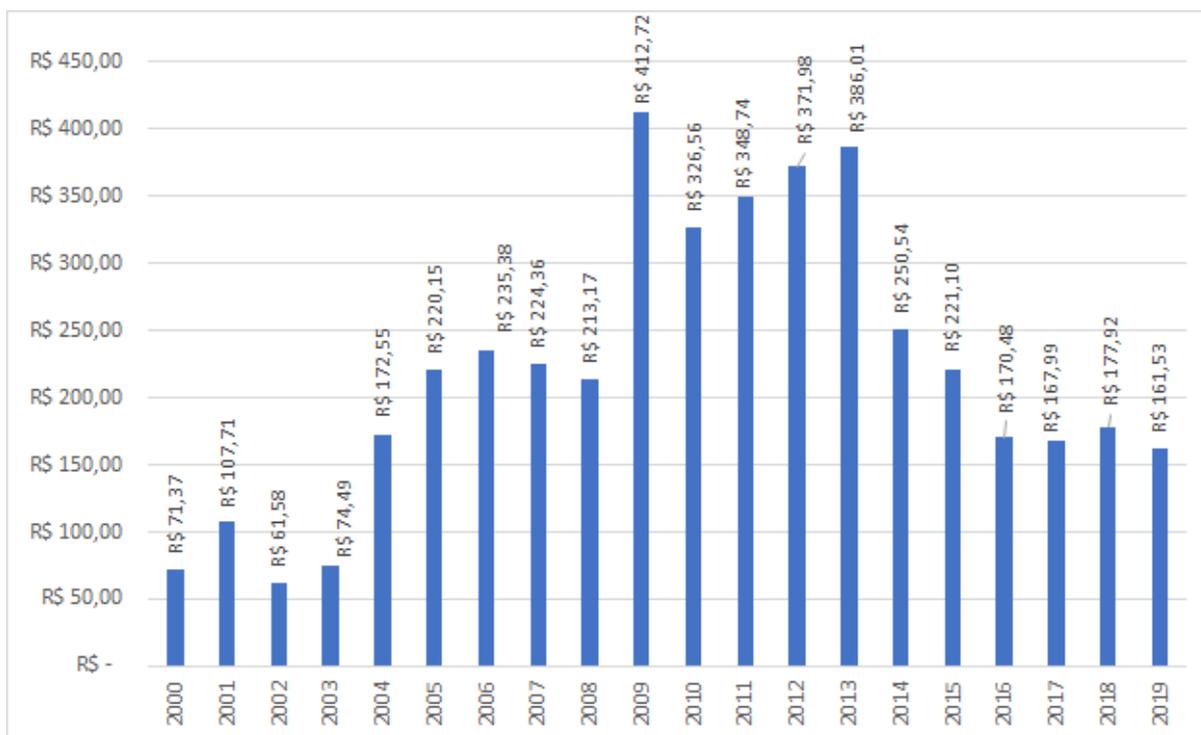


Gráfico 1 – Orçamento da Agência Espacial Brasileira (Valores Empenhados Correntes em R\$ milhões)

Fonte: AEB. Elaboração própria

Os constantes contingenciamentos vivenciados pela AEB têm afetado drasticamente a indústria espacial brasileira que sempre foi dependente dos projetos governamentais. Atualmente, não há recursos suficientes para iniciar novos projetos no setor, mas apenas para a finalização daqueles que se encontravam em andamento como o VLM-1 e o satélite Amazonia-1. Surge, então, a necessidade de envolvimento de atores privados no desenvolvimento de novas iniciativas no setor.

A indústria espacial brasileira é constituída por poucas empresas e muitos fornecedores que não atuam exclusivamente com o setor espacial, o que torna extremamente complexo a identificação de quais empresas fabricam bens e serviços para o setor, os valores investidos, a produção e os benefícios gerados. Não há, inclusive, um código específico para atividades espaciais na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), problema encontrado em outros países.

Segundo Vellasco (2019, p.62), o setor espacial brasileiro é formado por empresas de pequeno e médio porte que fazem o papel de subcontratadas, fornecendo componentes e subsistemas aos programas de satélites e lançadores nacionais. O INPE e o IAE atuam como *prime contractors*

e as empresas privadas nacionais são subcontratadas por eles. O modelo brasileiro ainda atua no *Traditional Space*, com os grandes projetos sendo definidos e conduzidos pelo Estado por meio dos institutos de pesquisa associados.

Com o objetivo de trazer a dinâmica e a lógica do *New Space* para o Brasil, a AEB tem trabalhado para criar condições para a maior participação privada no setor espacial brasileiro. O objetivo é criar um ambiente de negócios atrativo e descomplicado para que as empresas tenham interesse em investir no Brasil. Assim, a AEB, em conjunto com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), tem liderado um grupo de trabalho para criar a Lei Geral de Atividades Espaciais em que os incentivos, benefícios e simplificações para o setor espacial estarão disponíveis.

6. COMO MEDIR TAXA DE RETORNO DE INVESTIMENTO

As características do setor espacial induzem a realização de investimentos por parte do Estado, devido, principalmente, à geração de externalidades e *spinoffs*. Outro fator importante é a necessidade de o Estado, cada vez mais, garantir uma gama de serviços espaciais que podem ser considerados bens públicos como, por exemplo, a rede de acesso à internet, sistemas de posicionamento por satélites e a rede de telecomunicações.

O papel do Estado também é importante para gerenciar os altos riscos associados ao desenvolvimento tecnológico espacial e projetos de longa duração e de alto custo, como, por exemplo, a iniciativa norte-americana de criação de um veículo para transportar astronautas para a Estação Espacial Internacional ou o módulo lunar para o projeto de retorno à Lua em 2024. Historicamente, os programas de Pesquisa & Desenvolvimento espaciais geram mais *spillovers* do que benefícios diretos, daí a necessidade de suporte estatal para o desenvolvimento de grandes projetos (NASA *Spinoffs*, 2020).

Diversos estudos têm sido realizados para estimar o retorno dos investimentos públicos no setor espacial. Contudo, a própria definição de “Setor Espacial”, por si só, é complexa. Além dos segmentos de manufatura de satélites e componentes, veículos lançadores, segmento de solo e aplicações, há também questões associadas à inovação, transferência de tecnologia e educação, que tornam esse setor o mais transversal e complexo dos setores econômicos.

Diversos autores envidaram esforços para medir o retorno dos investimentos na área. Contudo, em função das características citadas, ainda são escassos os resultados, e muitos sofrem com problemas metodológicos e de definições teóricas.

Um exemplo é o estudo desenvolvido pela London Economics (2015) com objetivo de mensurar o retorno do investimento público no setor espacial. Nesse estudo, definiu-se investimento público no setor espacial como os investimentos diretos de recursos públicos em programas, projetos ou infraestrutura relacionados ao setor espacial. Além disso, para mensurar o impacto do investimento público no setor espacial, o estudo da London Economics (2015, 4-5) utilizou as seguintes definições:

- Taxa de retorno: pode ser dividida em três subitens:
 - Taxa de Retorno Público (Social) - o benefício/custo social líquido do investimento de recursos públicos, medido como o impacto no resultado econômico interno agregado e outros benefícios advindos dos investimentos.
 - Taxa de Retorno Direto – os benefícios/custos líquidos dos investimentos privados medidos como impacto no produto ou na produtividade da organização investidora.
 - Taxa de Retorno de *Spillover* – os benefícios/custos líquidos dos investimentos privados, medidos como o impacto no produto ou na produtividade de outras organizações e outros benefícios gerados pelos investimentos.
- Lag: tempo em anos antes que os impactos se iniciaram.
- Duração do benefício: tempo em anos (do fim do lag) que o impacto perdura.
- Inércia: os retornos que poderiam ocorrer sem o investimento público.
- Crowding in: o aumento nos investimentos privados, do terceiro setor e do setor público externo em projetos, como proporção dos investimentos públicos domésticos.
- Crowding out: a diminuição nos investimentos privados, do terceiro setor e do setor público externo em projetos como proporção dos investimentos públicos domésticos.
- Outros resultados quantitativos: medidas quantitativas do impacto de resultados chave e resultados ajustados pelos efeitos de inércia, como por exemplo, emprego, *spinoffs*, produtos comercializados e artigos científicos.
- Outros benefícios: outros impactos sociais associados com investimentos públicos no setor espacial, relacionados com os benefícios de *spillovers*, como por exemplo, emprego, multiplicador econômico, excedente do consumidor, impactos ambientais e impactos sociais.

Não há até o momento uma metodologia padronizada para calcular a taxa de retorno dos investimentos públicos no setor espacial. Diversos estudos têm utilizado metodologias

diferentes (London Economics 2015), o que dificulta em demasia a comparação internacional dos resultados obtidos. Infelizmente, nem todos os estudos são robustos o suficiente, do ponto de vista metodológico, para permitir a geração de uma taxa anual de retorno.

O trabalho da London Economics (2015) consistiu em identificar os melhores trabalhos de forma que fosse possível gerar uma taxa anual de retorno. Atualmente, a OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) possui uma iniciativa para tentar padronizar os estudos sobre impacto do setor espacial. Contudo, ainda é uma tentativa preliminar.

Dessa forma, o estudo conduzido pela London Economics (2015, 9) adotou a metodologia do multiplicador, isto é, o retorno de cada £1 de investimento público, calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Multiplicador} = \frac{NPV}{DEL}$$

Sendo:

NPV = Valor presente líquido, definido como o total de benefícios atualizado menos o total de custos (público e privado) atualizado.

DEL = total de investimento público doméstico atualizado.

O resultado da fórmula é o multiplicador ou taxa de retorno, que pode ser interpretado como uma média do benefício econômico gerado para a economia depois de um investimento público inicial de £1. O principal ganho de se trabalhar com a metodologia do multiplicador é o fácil entendimento e aplicação. Por outro lado, o seu cálculo não se mostra tão simples, principalmente pelas dificuldades em obter as informações necessárias.

Considerando a existência de todas as informações, o multiplicador pode ser calculado pela seguinte fórmula (London Economics 2015, 11):

$$NPV = \frac{(BD + BS) - (IP + IA)}{IP}$$

Sendo:

BD = Benefícios Diretos

BS = Benefícios *Spillovers*

IP = Investimento Público

IA = Investimento Alavancado

O cálculo será prejudicado em caso de inexistência ou precariedade de informações necessárias. Nesse caso, o multiplicador provavelmente assumirá valores menores do que o que seria calculado para as situações onde se possui todas as informações.

Os benefícios diretos capturam o impacto no resultado ou na produtividade das organizações privadas que realizaram o investimento, enquanto, os benefícios gerados pelos *spillovers* medem os efeitos mais amplos e o impacto no resultado ou na produtividade de outras organizações como consequência do investimento privado. A soma dos benefícios diretos e de *spillovers* é igual aos benefícios sociais totais que são utilizados para calcular as taxas de retorno direta e de *spillover* (London Economics 2015, 10).

$$\text{Taxa de Retorno Direta} = \frac{(\text{Benefícios Diretos}) - (\text{Investimentos Alavancados})}{\text{Investimentos Alavancados}}$$

Taxa de Retorno Spillovers

$$= \frac{(\text{Benefícios dos Spillovers}) - (\text{Investimentos Alavancados})}{\text{Investimentos Alavancados}}$$

Embora existam metodologias robustas e consistentemente aplicadas de taxas de retorno para os investimentos realizados em ciência e tecnologia (C&T), ainda existem muitas dificuldades associadas ao cálculo de tais taxas de retorno para o setor espacial, muito por conta das características do próprio setor espacial, como apontado por Bruston (2014 apud London Economics 2015, 11-12):

- Estrutura fragmentada de dados: o setor espacial não é reconhecido como categoria na Classificação Internacional Normalizada Industrial (ISIC – *International Standard Industrial Classification*). Também não é reconhecido na classificação adotada no Brasil, a CNAE. Por exemplo, informações do setor de manufatura espacial poderiam ser codificadas como pertencente ao setor de equipamentos eletrônicos. A inexistência de classificação não permite que os dados estatísticos do setor espacial sejam isolados como uma atividade econômica por si só. Assim, a mensuração das atividades deve ser feita por aproximações, ou por meio de pesquisas diretas às empresas, o que também

gera dois problemas principais: (a) a confiabilidade de dados fornecidos pelas empresas; e (b) a identificação das empresas que serão pesquisadas.

- Ampla e longa duração da difusão dos impactos das atividades espaciais que são:
 - Transversais e favorecem um grande número de aplicações com a geração de benefícios sociais e econômicos por diversos outros setores econômicos; e
 - Difundidas durante um longo período de tempo, o que complica em demasiado a tarefa de definir o retorno dos investimentos.
- Aceitação tardia da necessidade de planejamento para avaliação: faz com que o setor espacial não esteja acostumado com a coleta rotineira de informações que poderiam dar suporte aos estudos de impacto socioeconômico.
- Informações classificadas e sensíveis: a natureza da atividade governamental no setor também coloca dificuldades em termos de disponibilidade de dados, principalmente das atividades militares. Assim, muitos dados podem não estar disponíveis para a realização dos estudos de impacto.
- Presença de pequenas e novas empresas: o mercado *downstream* para aplicações espaciais está crescendo rapidamente. Tais empresas são de pequeno porte e focadas no mercado de aplicações espaciais. As tentativas de medir a atividade econômica destas pequenas e novas organizações é dificultada por dois fatores:
 - A maior parte das empresas está isenta de apresentar relatórios estatutários e informações de mercado, limitando as informações disponíveis; e
 - Para aquelas que são obrigadas a apresentar, pode haver atraso na publicação das informações.
- Pequenos fornecedores: as cadeias de produção espacial dependem de fornecedores para os quais a indústria espacial representa uma proporção muito pequena de sua produção total. Identificar e medir a contribuição desses fornecedores é um trabalho extremamente complexo, sendo possível, provavelmente, somente pela aplicação de questionários específicos. E, nesse caso, fica-se dependente da concordância da empresa em participar e fornecer os dados;
- Falta de comparabilidade internacional: não há um padrão definido para a geração de estatísticas nacionais, que acabam por variar em definição, cobertura e metodologia, o que limita a comparação internacional. Não há ainda um padrão internacional para a definição de dados.

Assim, o estudo conduzido pela London Economics (2015) avaliou os diversos trabalhos que tinham como objetivo mensurar a taxa de retorno dos investimentos públicos realizados no setor espacial. A avaliação levou em consideração principalmente as limitações metodológicas dos estudos; os métodos adotados por conta da falta de informações necessárias; as hipóteses utilizadas; e o rigor metodológico quantitativo.

Com base nessa análise, os trabalhos foram classificados de acordo com a robustez das evidências, sendo classificados de 1 a 5, conforme definição abaixo (London Economics 2015, p.13-14):

- 1 – Os parâmetros não fornecem informações uteis para o estudo proposto.
- 2 – Os parâmetros são de pouca utilidade para o estudo proposto. Isso se deve ao fato de a justificativa metodológica ser fraca.
- 3 – Os parâmetros podem ser utilizados para refinar a estimativa a ser realizada no estudo proposto. A metodologia é mais sólida do que no item anterior.
- 4 – O parâmetro será utilizado no estudo, por ser consistente com as definições já estabelecidas e possuir uma metodologia robusta.
- 5 – Os parâmetros são o resultado de uma análise abrangente do retorno sobre o investimento e utiliza uma metodologia robusta.

Cabe destacar que nenhum estudo analisado foi classificado como nota 5.

Depois da análise detalhada dos estudos, a London Economics (2015) identificou 9 (nove) estudos que tentaram calcular o impacto do investimento público para os países membros da Agência Espacial Europeia (ESA). Esses estudos são apresentados na tabela a seguir, listando as principais características, pontos fracos e pontos fortes, além de classificá-los de acordo com a metodologia citada acima. É importante reforçar que os estudos consideraram apenas os investimentos públicos realizados e um dos estudos não pode ser publicado por questões de restrição de acesso e divulgação.

Author(s) and year	Country	Public Rate of Return	Caveats & Weaknesses	Strength Assessment *
Belgian Federal Science Policy Office (2012)	Belgium	2.3	Cursory report, severely limited in scope. No description of methodological approach.	●○○○○
Ramboll Management (2008)	Denmark	3.5	Limited coverage of influencing factors	●●●○○
Clama Consulting (2011)	Portugal	1	Limited coverage of influencing factors	●●●○○
Rosemberg et al. (2015)	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
London Economics and PwC (2012)	Norway	2.5	Partial estimate of benefits	●●●●○
Triarii (2005)	Netherlands (ESTEC)	2.4 (2004) 3.3 (2011)	Limited coverage of influencing factors, simplification of benefit appraisal	●●○○○
High Tech Systems and Materials top team (2012)	Netherlands	4.3	Simplification of benefit calculation, lack of methodological detail	●●●○○
BETA/CETAI (1989) and CETAI/BETA (1994)	Canada	2.5 (1979-1988) 3.2 (1989-1992)	Limited coverage of benefits, methodological explanation and influencing factors. Relatively dated.	●●○○○
BETA (1980, 1988, 1989)	All Member States	1.9 (1980) 2.2 (1988)	Limited coverage of benefits, methodological explanation and influencing factors. Relatively dated.	●●○○○

Note: All Rates of Return are public Rates of Return, as only public investment constitutes Member State contributions. Influencing factors refer to key parameters affecting the size of the Rate of Return estimated, such as lag, duration of benefits, deadweight etc.
 * London Economics' strength assessment of the particular parameter in question: ●○○○○ (weakest) to ●●●●● (strongest). For full definitions, please see section 2.5.

Figura 4 - Resumo e Avaliação dos estudos de taxa de retorno para países membros da ESA

Fonte: London Economics 2015, 21.

Considerando os estudos mais robustos, apresentados na Figura 4, a London Economics (2015, 21) calculou uma estimativa para a taxa de retorno agregada para os países participantes da Agência Espacial Europeia (ESA) como estando entre 3,0 e 4,0 (direto) e 6,0 a 12,0 (indireto). Essa taxa pode ser considerada como uma taxa anual.

Embora as taxas sejam aplicadas a países que contribuem para a ESA, utilizaremos as taxas de retorno como *proxy* para estimar os efeitos sobre o setor espacial brasileiro. Segundo os autores:

(...) there is nothing to dispute the applicability of generic science and innovation estimates, or the above space-specific estimates, as a conservative default. Ultimately, we recommend that evaluators employ, in order of preference: program-specific information; space-specific estimates on returns where supported by evidence; and generic

science and innovation estimates on returns as a conservative fallback (London Economics 2015, ii).

Nesse sentido, este trabalho aplicará as taxas de retorno estimadas para três projetos financiados pela AEB: o CBERS 4-A, o Amazônia-1 e o VLM-1.

7. OS PROJETOS PÚBLICOS NO SETOR ESPACIAL BRASILEIRO

A fim de garantir a execução de projetos e atividades do Programa Espacial Brasileiro (PEB), a AEB descentraliza créditos orçamentários para as instituições do Sistema Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais (SINDAE).

A descentralização de créditos surgiu com a Reforma Administrativa do Estado (Decreto nº 825/1993), instituindo dois tipos de descentralização: interna e externa³. Entretanto, foi apenas com o Decreto nº 6.170/2007 que houve a definição de Termo de Execução Descentralizada (TED) como instrumento para a realização de transferências orçamentárias no âmbito federal. O objetivo do ato foi proporcionar agilidade nas descentralizações de créditos orçamentários entre entidades ou órgãos integrantes do Orçamento Fiscal e da Seguridades Social da União, visando a execução de ações de interesse da unidade descentralizadora.

Considerando que cerca de 80% da dotação orçamentária aprovada na Lei Orçamentária Anual (LOA) da AEB é destinada aos integrantes do SINDAE por meio de TED para a consecução dos projetos e atividades do PEB, a AEB decidiu por aperfeiçoar os normativos internos, publicando um ato específico para esse assunto, a Portaria AEB nº 254/2018. Esse regulamento trouxe agilidade e praticidade aos procedimentos internos, procurando, assim, garantir eficiência e eficácia na execução do PEB (Harada e Freitas 2019).

Com as novas regras definidas pelo Decreto nº 10.426/2020, em que o Ministério da Economia prevê padronização dos procedimentos para o TED, a Agência decidiu por atualizar os normativos e publicou a Portaria AEB nº 269/2020, adequando-se à nova legislação. Assim, como a portaria anterior, a atual prevê os casos possíveis de transferências entre os entes do SINDAE, as competências das partes interessadas e os modelos e documentos necessários a celebração do instrumento.

³ Descentralização interna: entre unidades gestoras de um mesmo órgão/ministério ou entidade integrantes dos orçamentos fiscal e da seguridade social.

Descentralização externa: entre unidades gestoras de órgão/ministério ou entidade de estruturas diferentes.

Atividades e projetos como o desenvolvimento de satélites e de veículos lançadores são realizados por meio de celebração de TEDs, com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para satélites e o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) para veículos lançadores. Em 2019, o valor descentralizado para entidades como INPE, DCTA e universidades foi cerca de R\$ 125 milhões, o que corresponde a 85% do orçamento da AEB (excluindo-se as despesas com pessoal, encargos sociais e benefícios).

Neste trabalho analisaremos os três grandes projetos da AEB executados nos últimos anos por meio desse instrumento: CBERS-4A, Amazônia-1 e VLM-1.

O Satélite CBERS-4A é o sexto satélite da cooperação entre China e Brasil e foi lançado em 20 de dezembro de 2019, a partir do Centro de Lançamento de Satélites de Taiyuan, na China. É um satélite de sensoriamento remoto de média resolução, dotado de cargas úteis ópticas com resoluções na faixa de 2 a 60 metros. A configuração do satélite é próxima dos satélites anteriores, exceto com relação à câmera imageadora que possui qualidade superior às anteriores (INPE 2020). Sendo um projeto conjunto Brasil – China, a divisão de responsabilidades permaneceu em 50% para cada país, assim como a responsabilidade no fornecimento dos subsistemas e equipamentos.

O Amazonia-1 será o primeiro satélite de Observação da Terra complementemente projetado, integrado, testado e operado pelo Brasil. É um satélite de órbita polar com revisita de cinco dias, com um imageador óptico de visada larga capaz de observar uma faixa de aproximadamente 850 km com 60 metros de resolução (INPE 2020). A previsão é que o satélite seja lançado em 2021.

O VLM-1 tem por objetivo o lançamento de microssatélites em órbitas baixas (LEO) equatoriais com três estágios. É um projeto binacional, desenvolvido entre o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) e o DLR-Moraba, pertencente ao Centro Aeroespacial Alemão (DLR) (IAE 2020). A previsão é que o projeto seja finalizado em 2022.

Destaca-se que a origem dos valores aplicados nesses projetos é o Orçamento Geral da União. Ou seja, as despesas e as receitas são apresentadas pelo Poder Executivo e aprovadas pelo Congresso Nacional em uma lei ordinária, a Lei Orçamentária Anual (LOA).

A análise dos projetos se dará pela descentralização de créditos orçamentários, por meio de TED, pela AEB para o INPE e para o IAE, descontando-se os custos indiretos associados aos projetos.

Considerando o Decreto nº 10.426/2020, que dispõe sobre procedimentos de descentralização de créditos na Administração Pública, custos indiretos são os valores destinados para manutenção dos institutos, como por exemplo, alugueis, manutenção e limpeza de imóveis, fornecimento de energia elétrica e água, serviços de comunicação de dados e telefonia, taxa de administração e consultoria técnica, contábil e jurídica. Dessa forma, somente serão identificados os valores destinados à pesquisa e desenvolvimento no setor espacial.

A tabela a seguir lista os projetos e respectivos valores finais, desconsiderando os custos indiretos:

Projeto	Tipo de despesa	LOA Exercício 2020	Custos indiretos	Valores finais
CBERS-4A	Custeio	R\$ 2.633.330,00	R\$ 938.000,00	R\$ 1.695.330,00
	Capital	R\$ 2.088.756,00	R\$ -	R\$ 2.088.756,00
	VALOR TOTAL	R\$ 4.722.086,00	R\$ 938.000,00	R\$ 3.784.086,00
Projeto	Tipo de despesa	LOA Exercício 2020	Custos indiretos	Valores finais
AMAZONIA-1	CUSTEIO	R\$ 14.515.074,00	R\$ 3.170.000,00	R\$ 11.345.074,00
	CAPITAL	R\$ 28.432.147,00	R\$ -	R\$ 28.432.147,00
	VALOR TOTAL	R\$ 42.947.221,00	R\$ 3.170.000,00	R\$ 39.777.221,00
Projeto	Tipo de despesa	LOA Exercício 2020	Custos indiretos	Valores finais
VLM-1(*)	CUSTEIO	R\$ 4.500.412,00	R\$ -	R\$ 4.500.412,00
	CAPITAL	R\$ 9.483.103,00	R\$ -	R\$ 9.483.103,00
	VALOR TOTAL	R\$ 13.983.515,00	R\$ -	R\$ 13.983.515,00

Tabela 1 – Projetos de investimento da AEB para 2020, valores a serem excluídos e Valores Finais

Fonte: Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento (SIOP). Elaboração própria.

(*) Na LOA 2020, as despesas do VLM-1 são custeadas por duas ações orçamentárias, 21AG – Desenvolvimento de sistemas espaciais e 21AI – Infraestrutura e aplicações espaciais. Os custos indiretos desse projeto são computados na ação 21AI.

Considerando-se os valores finais realizados pela AEB, no ano de 2020, para os três projetos, aplica-se a taxa de retorno calculada pela London Economics (2015) para cada um conforme Tabela 2.

Compreende-se que a situação do Brasil é completamente diferente dos países que compõem a ESA. Contudo, as características do setor espacial são as mesmas, não importando o país que se analisa:

- O setor espacial no Brasil também é um setor de fronteira tecnológica;
- Os projetos são de longo prazo, alto custo e risco;
- Geram impactos em diversos outros segmentos econômicos;
- Os investimentos são realizados pelo setor público;
- O INPE e o IAE atuam como *prime contractors*, subcontratando a indústria para o desenvolvimento dos projetos; e
- Grande parte das empresas do setor espacial no Brasil não opera exclusivamente no setor espacial, mas, sim, como fonte secundária de operação, novamente dificultando o acesso a dados sobre produção, emprego, exportação e importação.

Cabe destacar também que o cálculo específico para o Brasil dessas taxas tem o mesmo complicador da inexistência de códigos específicos na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), que nos permitiria identificar os produtos espaciais com maior facilidade. Outra dificuldade é a não identificação de quais empresas pertencem ao setor espacial. Ainda não há no Brasil um mapeamento completo da indústria espacial.

Portanto, opta-se pela aplicação de taxas já calculadas para os projetos financiados pela AEB durante o ano de 2020. Assim, foram aplicadas as taxas referentes ao impacto direto, da ordem de 3 a 4 vezes; ao impacto indireto, da ordem de 6 a 12 vezes; e o impacto total.

Para o caso do impacto direto, em um cenário mais conservador (considerando o efeito de 3 vezes para cada R\$ investido) os investimentos totais realizados em 2020, na ordem de R\$ 57.544.822,00, geraram um retorno de R\$ 172.634.466,00. No caso brasileiro, é mais interessante a adoção de um cenário conservador, em virtude da atuação dos institutos públicos como *prime contractors* e a não contratação direta da indústria. Também se destaca que, no caso do CBERS-4A, o investimento público se deve apenas a 50% do satélite, uma vez que o desenvolvimento seria 50% de responsabilidade da China.

Para o caso do impacto indireto, o retorno para o cenário conservador (considerando o multiplicador de 6 vezes por cada R\$ investido) somou R\$ 345.268.932,00. Esses impactos medem os efeitos gerados pelo investimento no setor espacial em outros setores econômicos, que não o espacial. No caso dos três projetos, o Amazônia-1 é o que possui a maior parte dos

seus componentes produzidos ou desenvolvidos no Brasil, o que contribui para a maior geração de efeitos indiretos.

Dessa forma, sendo conservador, o total investido pela AEB em 2020, desconsiderando os custos indiretos no valor de R\$ 57.544.822,00, gerou um efeito total de R\$ 517.903.398,00. Ou seja, um efeito total de 9 vezes sobre os valores iniciais investidos. Em um cenário mais otimista, o efeito total seria de R\$ 920.717.512,00, um efeito de 16 vezes sobre o valor inicial. Percebe-se que mesmo em um cenário conservador, os números mostram o real impacto do setor espacial sobre a economia e como *driver* de desenvolvimento socioeconômico.

Projeto	Investimento Total	Impacto Direto	
		3x	4x
CBERS-4A	R\$ 3.784.086,00	R\$ 11.352.258,00	R\$ 15.136.344,00
AMAZONIA-1	R\$ 39.777.221,00	R\$ 119.331.663,00	R\$ 159.108.884,00
VLM-1	R\$ 13.983.515,00	R\$ 41.950.545,00	R\$ 55.934.060,00
Projeto	Investimento Total	Impacto Indireto	
		6x	12x
CBERS-4A	R\$ 3.784.086,00	R\$ 22.704.516,00	R\$ 45.409.032,00
AMAZONIA-1	R\$ 39.777.221,00	R\$ 238.663.326,00	R\$ 477.326.652,00
VLM-1	R\$ 13.983.515,00	R\$ 83.901.090,00	R\$ 167.802.180,00
Projeto	Investimento Total	Valor Total	
		Mínimo	Máximo
CBERS-4A	R\$ 3.784.086,00	R\$ 34.056.774,00	R\$ 60.545.376,00
AMAZONIA-1	R\$ 39.777.221,00	R\$ 357.994.989,00	R\$ 636.435.536,00
VLM-1	R\$ 13.983.515,00	R\$ 125.851.635,00	R\$ 223.736.240,00
TOTAL	R\$ 57.544.822,00	R\$ 517.903.398,00	R\$ 920.717.152,00

Tabela 2 – Impactos Diretos e Indiretos do investimento público no setor espacial.

Fonte: Elaboração Própria a partir de dados da Agência Espacial Brasileira.

Um fator que deve ser levado em consideração e que pode diminuir o efeito total calculado é o fato de que os pagamentos relacionados aos lançamentos tanto do CBERS-4A quanto do Amazonia-1 serão feitos a empresas no exterior, o que não gera os efeitos internamente no país.

Daí a importância em se desenvolver um veículo lançador nacional que seja competitivo, de modo a atrair investimentos e recursos que possam gerar um efeito positivo em cadeia no Brasil.

8. CONCLUSÃO

O setor espacial é reconhecido por ser um dos setores mais transversais e de maior valor agregado existente. Diversos países têm realizado investimentos nessa área como forma de promover o desenvolvimento socioeconômico e as perspectivas futuras para o setor são extremamente positivas, podendo atingir mais de US\$ 1 trilhão de dólares já em 2040.

Também é importante mencionar o aumento da participação privada resultando em uma mudança brusca da dinâmica desse setor. O governo passa a definir os requisitos de alto nível enquanto, a indústria passa a ter a responsabilidade de definir o método para atingir o objetivo proposto.

As mudanças são tão intensas que as empresas privadas, que antes não conseguiam prever oportunidades de lucros, passaram a realizar investimentos por conta própria visando a criação de novos produtos e mercados para os próximos anos.

Dessa forma, por conta de suas características, é de se esperar que os retornos, diretos e indiretos, dos investimentos realizados nesse setor possam gerar muitos benefícios para os outros setores econômicos.

Na inexistência de informações detalhadas sobre o setor espacial no Brasil, tais como, um código específico de classificação econômica e informações sobre produção, exportação e emprego, optou-se por utilizar as taxas de impacto, direto e indireto, calculadas para países pertencentes à Agência Espacial Europeia. Entendendo-se que o setor espacial possui as mesmas características, independente do país, pode-se utilizar as taxas calculadas para esses países como uma *proxy* para o Brasil.

Assim, considerando os três maiores projetos financiados pela Agência Espacial Brasileira, qual seja, o CBERS-4A, o Amazônia e o VLM-1, conclui-se que, em um cenário conservador, os investimentos realizados pela AEB geram um retorno de 9 (nove) vezes os valores iniciais, enquanto que em um cenário mais otimista, o retorno pode chegar a cerca de 16 (dezesseis)

vezes os valores iniciais. Reforçando, dessa forma, os efeitos e impactos do setor espacial sobre os demais setores econômicos. Nota-se, inclusive, que grande parte dos impactos se dão nos efeitos indiretos, justamente pela característica da transversalidade da tecnologia espacial.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brasil. Lei de Licitações nº 8.666/1993.

Brasil. Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018.

Berger, Eric. 2017. How America's two greatest rocket companies battled from the beginning. *Ars Technica*, 2 August 2017. <https://arstechnica.com/science/2017/08/how-americas-two-greatest-rocket-companies-battled-from-the-beginning/>. Acesso em setembro de 2020.

Bruston, J. 2014. Space: the last frontier for socio-economic impacts evaluation? Yearbook on Space Policy 2011/2012 – Space in Times of financial crisis, pp.183-191. Acesso em setembro de 2020.

Bryce. 2020. Global Space Economy. https://brycetech.com/reports/report-documents/2018_Global_Space_Economy.pdf. Acesso em setembro de 2020.

Chaikin, Andrew. 2012. Is SpaceX Changing the Rocket Equation?, *Air & Space*, January 2012, <https://www.airspacemag.com/space/is-spacex-changing-the-rocket-equation-132285884/?all>. Acesso em setembro de 2020.

CNBC. 2017. The space industry will be Worth nearly \$3 trillion in 3 years, Bank of America predicts. <https://www.cnbc.com/2017/10/31/the-space-industry-will-be-worth-nearly-3-trillion-in-30-years-bank-of-america-predicts.html>. Acesso em setembro de 2020.

Euroconsult. 2019. Apresentação realizada no 3º Fórum da Indústria Espacial Brasileira. Realizado em novembro de 2019. <http://forumindustriaespacial2019.aeb.gov.br/>. Acesso em setembro de 2020.

Euroconsult. 2020. Prospects for the Small Satellite Market. Disponível em: www.euroconsult-ec.com.

Harada, Márcio Akira. e Freitas, Lúcia Helena Michels. 2019. *Aplicação do Termo de Execução Descentralizada no âmbito do Programa Espacial Brasileiro*. Anais: VI Encontro Brasileiro de Administração Pública (EBAP). GT 6: Planejamento e Orçamento Público.

IAE – Instituto de Aeronáutica e Espaço. VLM-1. <http://www.iae.cta.br/index.php/todos-os-projetos/projetos-aeronautica/projetos-vlm-1>. Acesso em setembro de 2020.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. CBERS. <http://www.cbers.inpe.br/>. Acesso em setembro de 2020.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Missão Amazônia.

<http://www.inpe.br/amazonia1/>. Acesso em setembro de 2020.

London Economics. 2014. The size & health of the UK Space Industry.

<https://www.gov.uk/government/publications/uk-space-industry-size-and-health-report-2014>

London Economics. 2015. Return from public space investments: an initial analysis of evidence on the returns from public space investments.

<https://londoneconomics.co.uk/blog/publication/return-from-public-space-investments-an-initial-analysis-of-evidence-november-2015/>

Martin, Gary. 2017. New Space: the emerging commercial space industry. SSP14.

<https://ntrs.nasa.gov/citations/20170001766>. Acesso em setembro de 2020.

Morgan Stanley. 2020. Space: investing in the Final Frontier.

<https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space>. Acesso em setembro de 2020.

NASA Spinoffs. Nasa Spinoffs. <https://spinoff.nasa.gov/>.

Organisation for Economic Co-operation and Development. 2014. The Space Economy at a

Glance 2014”, OECD iLibrary, 23 October 2014. [http://www.oecd-](http://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-space-economy-at-a-glance-2014_9789264217294-en;jsessionid=7df9497ffpkpr.x-oecd-live-02)

[ilibrary.org/economics/the-space-economy-at-a-glance-2014_9789264217294-](http://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-space-economy-at-a-glance-2014_9789264217294-en;jsessionid=7df9497ffpkpr.x-oecd-live-02)

[en;jsessionid=7df9497ffpkpr.x-oecd-live-02](http://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-space-economy-at-a-glance-2014_9789264217294-en;jsessionid=7df9497ffpkpr.x-oecd-live-02)

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. 2016. Space and

Innovation. <http://www.oecd.org/futures/space-and-innovation-9789264264014-en.htm>

SpaceX. 2018. SpaceX Updates: Launch Manifest, 5 September 2018,

<https://www.spacex.com/missions>. Acesso em setembro de 2020.

The Economist. 2018. The Falcon Heavy's successful flight is another vindication for Elon Musk. 6 February 2018. <https://www.economist.com/news/21736429-and-another-headache-spacexs-competitors-falcon-heavy-s-successful-flight>. Acesso em setembro de 2020.

Tugnoli, Matteo; Sarret, Martin e Aliberti, Marco. 2018. European access to space: business and policy perspectives on micro launchers. Springer.

Velasco, Fabiany Maria Made. 2019. O desenvolvimento da indústria espacial brasileira: uma abordagem institucional. Dissertação de Mestrado. Enap. Brasília, 2019.

Wakimoto, Takuya. 2018. How to reduce US space expenses through competitive and cooperative approaches. The Space Review, 22 January 2018, <http://www.thespacereview.com/article/3412/1>. Acesso em setembro de 2020.

Wattles, Jackie. 2017. Blue Origin CEO: We're taking tourists to space within 18 months., CNN, 5 October 2017, <http://money.cnn.com/2017/10/05/technology/future/blue-origin-launch-human-space-tourism/index.html>. Acesso em setembro de 2020.

Werner, Debra. 2015. SpaceX Leaves Searing Impression on NASA Heat Shield Guy. SpaceNews, 9 March 2015. <http://spacenews.com/spacexs-high-velocity-decision-making-left-searing-impression-on-nasa-heat-shield-guy/>. Acesso em setembro de 2020.