

Quais os principais fatores que transformaram a indústria aeroespacial predominantemente pública para criar um mercado e uma nova economia?

Livia de Paula Miranda Pereira Frauches - Ministério da Justiça e Segurança Pública
liviapmp@yahoo.com.br
<https://orcid.org/0000-0002-4133-4301>

Livia Félix do Nascimento – Ministério da Justiça
livianascimento@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9527-9854>

Paula Araújo Corrêa- Ministério do Planejamento e Orçamento
correa.paula@outlook.com.br
<https://orcid.org/0000-0001-8198-2293>

Yara Cristine dos Santos Costa – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
yaracristine@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9374-7987>

Luiz Honorato da Silva Junior – Universidade de Brasília
lula_honorato@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2840-3579>

Resumo - O homem sempre olhou para o céu com curiosidade sobre o que existe além da sua perspectiva. Com o avanço tecnológico, iniciou-se uma corrida espacial que, devido aos desafios de financiamento e sua natureza como bem público, foi inicialmente uma atividade predominantemente pública. Entretanto, a própria dinâmica do setor atraiu, mais recentemente, capitais privados. Este artigo tem como objetivo identificar as principais causas que levaram à transição da atividade aeroespacial de natureza predominantemente pública para um mercado emergente e uma nova economia. Além disso, pretende-se apresentar o estágio atual da participação do estado no setor aeroespacial, identificar as ineficiências do setor público, as principais transformações tecnológicas e mercadológicas, e o novo papel do estado na regulamentação do setor aeroespacial e seus desafios. Para identificar as causas que levaram à transição da atividade aeroespacial de natureza predominantemente pública para um novo mercado e uma nova economia, a metodologia do trabalho foi estruturada da seguinte forma: Revisão bibliográfica; coleta de dados secundários; e, análise de dados. Ao final, conclui-se que a principal causa da transição da atividade aeroespacial de uma natureza predominantemente pública para um mercado em expansão foi o surgimento e o crescimento contínuo de novas tecnologias. Estas tecnologias ampliaram significativamente o alcance da atividade aeroespacial, abrindo um conjunto de oportunidades que deram origem a novos mercados e criaram uma economia. A entrada do consumidor como um novo ator nesse setor impulsionou essa transformação.

Palavras-chave: indústria aeroespacial, novo mercado, nova economia, ineficiências do setor público, novas tecnologias.

What are the main factors that transformed the predominantly public aerospace industry to create a new market and a new economy?

Abstract - Humanity has always looked to the skies with curiosity about what lies beyond our perspective. With technological advancements, a space race began that, due to funding challenges and its nature as a pure public good, initially became predominantly a public activity. However, the dynamics of the sector have recently attracted private capital. This article aims to identify the main factors that led to the transition of aerospace activities from a predominantly public nature to a burgeoning market and new economy. Additionally, it intends to present the current state of government participation in the aerospace sector, identify the inefficiencies of the public sector, the major technological and market transformations,

and the new role of the state in regulating the aerospace sector along with its challenges. To identify the causes that led to the transition of aerospace activities from a predominantly public nature to a new market and a new economy, the methodology of the study was structured as follows: literature review; collection of secondary data; and data analysis. In conclusion, the main cause of the transition of aerospace activities from a predominantly public nature to an expanding market was the emergence and continuous growth of new technologies. These technologies significantly expanded the scope of aerospace activities, opening a set of opportunities that gave rise to new markets and created an economy. The entry of the consumer as a new actor in this sector drives this transformation.

Keywords: aerospace industry, new market, new economy, public sector inefficiencies, new technologies.

Data da Submissão: 30.11.2022

-

Data de aceitação: 21.10.2024

Este artigo está licenciado sob forma de uma licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



DOI: <https://doi.org/10.51359/2317-0115.204.256797>

1. Introdução

Há exatos 60 anos após o primeiro voo orbital da humanidade, realizado pela União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, em 12 de abril de 1961, a *Space X*, epônimo da empresa americana *Space Exploration Technologies Corp.*, lançou o primeiro voo aeroespacial orbital tripulado somente por civis inteiramente organizado por uma empresa privada. Embora não desponte como uma novidade na corrida espacial, há muito já vencida, o evento representa um marco na inauguração de um novo mercado e uma nova economia.

Se de fato a corrida espacial foi vencida e se arrefeceu após as décadas de 1960 e 1970, ao que tudo indica, uma nova disputa vem se delineando e novos atores vêm ganhando protagonismo no mercado aeroespacial. É o chamado *new space* e todo um conjunto de entes públicos e privados que passaram a atuar e explorar novas oportunidades e a reformular outras tantas já existentes (PEKKANEN, 2019).

É nesse cenário de mudança e expansão que se questiona: como a gestão exclusivamente pública do espaço, iniciada na década de 1950, vem sofrendo transformações que acabaram por impactar no desenvolvimento de um mercado voltado para a indústria aeroespacial? Quais as razões econômicas e tecnológicas que viabilizaram tal oportunidade? Quais as fronteiras entre o papel do estado e do mercado nessa indústria e contexto? Para responder esses questionamentos, o presente trabalho se concentra na participação do estado no setor aeroespacial numa perspectiva histórica e no quadro atual, identificando desafios, enumerando transformações e apontando o caminho percorrido e a ser traçado.

Assim, o objetivo deste trabalho é identificar as principais causas que levaram à transição da atividade aeroespacial de natureza predominantemente pública para um mercado em expansão.

Pretende-se ainda apresentar o estágio atual da participação do estado no setor aeroespacial; identificar as ineficiências do setor público que levaram à criação de um

novo mercado; identificar as principais transformações tecnológicas e mercadológicas da atuação privada na indústria; e, identificar qual o novo papel do estado na regulamentação do setor aeroespacial e seus desafios.

Este artigo encontra-se dividido em três partes que progridem desde o papel inicial do Estado, passando pelas mudanças no setor e no mercado até o momento atual de expansão da iniciativa privada e transformação da ação estatal.

2. O Estado no Setor Aeroespacial: Breve histórico e estágio econômico atual

Em uma retrospectiva histórica, ao final da Segunda Guerra Mundial, a dinâmica global havia experimentado o mais alto nível de desgaste e esfacelamento de antigas estruturas, gerando um redirecionamento hegemônico global.

Conforme descreve McMahon (2009), historiador americano das relações exteriores dos Estados Unidos e um dos principais estudiosos da Guerra Fria:

“Na verdade, o sistema internacional eurocêntrico que havia dominado as relações mundiais nos 500 anos anteriores desaparecera virtualmente da noite para o dia. Dois gigantes militares do tamanho de um continente – já sendo apelidados de superpotências – haviam surgido em seu lugar, cada um querendo forjar uma nova ordem de acordo com suas necessidades e seus valores. Quando a guerra entrou na fase final, até o observador mais casual da política mundial podia ver que os Estados Unidos e a União Soviética detinham a maioria dos trunfos militares, econômicos e diplomáticos”. (McMahon, 2009, p. 15-17).

Na sua origem, o setor aeroespacial teve como protagonistas Estados soberanos, dois especificamente, com objetivos políticos, estratégicos e internacionais distintos em meio à conquista pela hegemonia global. Naquele período, o Estado que detivesse a mais desenvolvida tecnologia militar, mão de obra especializada e recursos, ganharia o respeito e poder de influência nos demais atores do tabuleiro mundial.

O olhar para o espaço como um bem público e como estratégia militar, surge em decorrência de um conceito expansivo de segurança nacional adotado pelas potências após a Segunda Grande Guerra, em especial pelos Estados Unidos, em reação ao trauma sofrido pela violabilidade da segurança no ataque em Pearl Harbor (MCMAHON, 2009).

De fato, ao tratar dos motivos ensejadores da criação de um programa para ir à Lua, o presidente americano da época, John F. Kennedy, ressaltou a necessidade da natureza estatal da empreitada:

“For space science, like nuclear science and all technology, has no conscience of its own. Whether it will become a force for good or ill depends on man, and only if the United States occupies a position of pre-eminence can we help decide whether this new ocean will be a sea of peace or a new terrifying theater of war”. (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 1962).

Rola (2018, p. 3) acredita que em decorrência da derrota da Alemanha na Segunda Guerra Mundial, os engenheiros daquele país que estavam dedicando-se ao desenvolvimento de um setor nacional aeroespacial, “renderam-se aos Estados Unidos e União Soviética, passando a colocar o seu gênio ao serviço das superpotências, estabelecendo-se assim a ordem que viria a culminar numa épica corrida ao espaço.”

Nesse período, foram realizados diversos avanços tecnológicos, a exemplo do lançamento de Sputnik 1 e a tão sonhada viagem que levou o homem à lua. Assim, esse panorama econômico estava essencialmente ligado à atuação governamental e criação de agências, com objetivos militares e de segurança.

É importante ressaltar, contudo, que a principal motivação inicial que levou a corrida espacial estava voltada para as relações internacionais, sobretudo, demonstrações recíprocas de força entre as duas potências econômico-militar da época e não, propriamente, por motivos econômicos. A partir de 1972, houve certa estagnação no desenvolvimento do setor aeroespacial, possivelmente causada pela falta de objetivos claros, dispersão das fortes influências políticas internacionais e a necessidade de direcionamento de recursos governamentais para outros setores da economia.

Conforme elucidado Weinzierl (2018, p. 180), no modelo centralizado até então adotado, as empresas privadas que trabalhavam com a *National Space Agency* - NASA foram amplamente seguradas contra os riscos de investimentos no espaço, utilizando-se os chamados *cost-plus contracts*, por outro lado, com base nesse instrumento contratual, essas empresas não conseguiam participar amplamente do retorno financeiro do mercado aeroespacial.

Já nesse momento, verifica-se a entrada da iniciativa privada no setor aeroespacial, embora em um cenário que mais se caracteriza como um mercado incompleto, em que a presença do Estado se fazia necessária para suprir parcialmente ou em pontos específicos o mercado fornecedor. Oportunamente, é interessante observar como as três características elencadas por Stiglitz e Rosengard (2015) ao analisar a existência de mercados incompletos – inovação, custos de transação e informações assimétricas - se enquadravam naquele incipiente setor privado aeroespacial.

De fato, o que se via naquele momento era uma sucessão de tecnologias inovadoras, algumas de caráter disruptivo, com a criação ou transformação de novos bens. É sabido que a inovação envolve o funcionamento da economia do bem, incluindo novos mercados, novas políticas e novas normas, o que abundava no mercado aeroespacial à época.

Todas essas inovações – bens, mercados, políticas e normas – possuem seu próprio custo de implementação e produção. A incerteza do mercado quanto ao custo de transação das inovações espaciais, aliada ao custo da implementação de contratos e a existências de assimetrias nas informações, são outras características que contribuíram para a formação do mercado incompleto e para a presença Estatal durante a entrada dos entes privados no setor aeroespacial, daí os *cost-plus contracts*.

Conforme destacado por Vaz-Ferreira e Batista (2021, p. 201): “a NASA sofreu cortes em seu orçamento, passando a buscar alternativas. A União Soviética, por sua vez, revelou-se incapaz de reduzir o *gap* tecnológico, acabou por desistir da viagem lunar”.

No mesmo período, o maior polo de desenvolvimento do setor aeroespacial, os Estados Unidos da América, tinha também que enfrentar um grande aumento dos preços

de produtos, sobretudo, em decorrência de uma política fiscal expansionista, o que acabou por gerar um grande receio por parte da população americana, sobretudo dos formadores de opinião, no tocante à inflação. Como é de se esperar, o foco naquele período foi redirecionado ao controle inflacionário, via política fiscal.

A mudança do modelo econômico na exploração aeroespacial começa a partir de então, pois o Estado não tinha mais condições de gerir, isoladamente, tal política. Assim, há um início da inserção e incentivo às parcerias público-privadas. Essa iniciativa tinha como principal objetivo estimular as empresas privadas a entrarem nesse setor, possibilitando a diminuição dos custos de operação por intermédio da alta concorrência entre as empresas.

Assim, portanto, a entrada de agentes econômicos privados deu-se, em um primeiro momento, como resultado de uma estratégia de terceirização a partir da percepção de que tal pareceria poderia baratear os elevadíssimos custos operacionais dessa atividade. Entretanto, as características de bem público ainda persistiam, fato este que não justificaria uma indústria com agentes econômicos privados interessados em maximização de lucros. Contudo, o primeiro passo havia sido dado.

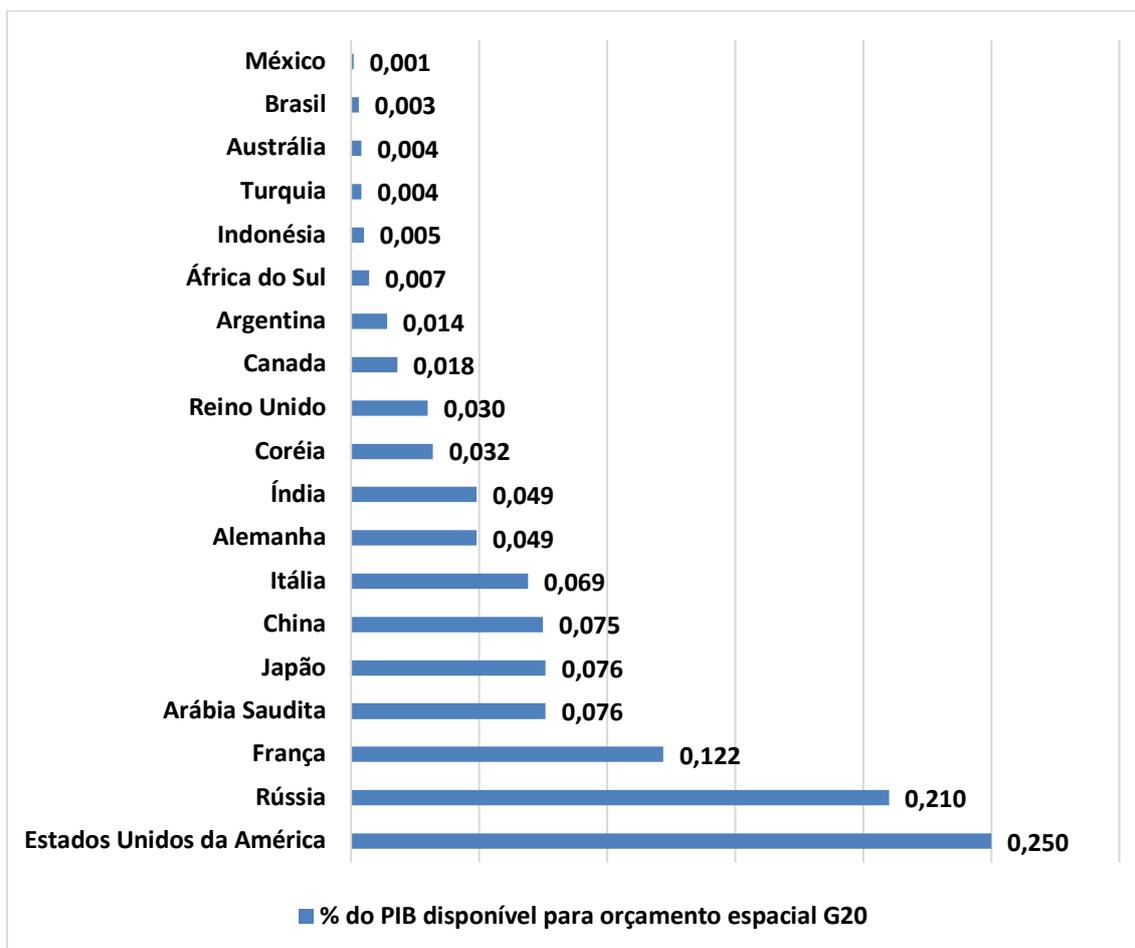
Com essa mudança de modelo, verifica-se um maior estímulo no desenvolvimento tecnológico pelas empresas privadas, permitindo ao Estado uma maior concentração na projeção de ações que somente lhe eram possíveis desenvolver. Nascia, a partir de então, o que atualmente denominamos de movimento *New Space*, ou seja, um maior envolvimento da iniciativa privada nacional e estrangeira nas atividades espaciais. Dessa forma, abriu-se o caminho para o surgimento de uma descentralização na exploração do setor aeroespacial, em resposta ao modelo anteriormente adotado.

Nessa nova abordagem, as empresas compartilham os enormes riscos e retornos (potenciais) dos investimentos no espaço, segundo Weinzierl (2018, p. 180). Nesse viés, o que se constata é uma forte e crescente tendência, impulsionada pelo desenvolvimento tecnológico, de surgimento de novas indústrias espaciais diante de oportunidades altamente lucrativas na exploração do setor.

Em outra direção é possível perceber a entrada de novos atores aportando recursos para tal empreitada enquanto os pioneiros, apesar de, atualmente, aportarem menores montas, continuam tendo papel predominantes na alocação de recursos. A Figura 1 apresenta o percentual do PIB disponível para orçamento aeroespacial no grupo dos vinte países mais ricos do mundo, o chamado G20.

Na figura 1 é possível constatar que atualmente muitos países têm orçamento direcionado a tal setor. Mesmo países em desenvolvimento como México, Brasil e Turquia destinam fatias consideráveis de seu orçamento público visando participar deste seleto clube de países investidores. Nenhum país quer ficar de fora, certamente, e aqueles que desempenham papel de potência regional, como é o caso dos três países anteriormente citados, fazem um significativo esforço para garantir as suas participações.

Dessa forma, após breve explicação do contexto histórico que levou o setor aeroespacial a passar de uma indústria essencialmente militar para uma crescente e lucrativa área de exploração no seu estágio atual, será realizada uma análise pormenorizada da visão econômica do estado nessa transição, além de demonstrar as características do setor privado que já assume notável atuação.

Figura 1. Percentual do PIB disponível para orçamento aeroespacial entre os países do G20, ano 2019.

Fonte: Transposto de Peterson *et al.* (2021).

3. Metodologia

Para alcançar a consecução do trabalho utilizou-se uma abordagem qualitativa, com análise exploratória dos dados, além de descritiva e comparativa, valendo-se de pesquisa bibliográfica e documental.

Para identificar as causas que levaram à transição da atividade aeroespacial de natureza predominantemente pública para um novo mercado e uma nova economia, a metodologia do trabalho foi estruturada da seguinte forma: revisão bibliográfica; coleta de dados secundários; e análise de dados.

Para a revisão bibliográfica foram utilizadas as seguintes fontes utilizadas: literatura acadêmica, tais como, artigos científicos, livros, teses e dissertações relevantes sobre a evolução da indústria aeroespacial, inovações tecnológicas e políticas públicas; relatórios e documentos oficiais, tais como publicações de agências espaciais (NASA, ESA), relatórios governamentais e de organizações internacionais (OCDE).

Na coleta de dados secundários foram coletados e analisados relatórios de mercado e estudos de caso, relatórios de consultorias, análise de relatórios de mercado de empresas como PwC e McKinsey sobre o setor espacial e estudos de caso como

investigação de empresas pioneiras como SpaceX e Blue Origin para entender o papel do setor privado.

Na análise de dados foram consideradas as análises qualitativas tais como análise documental, análise temática, análise comparativa, sobretudo, comparação histórica - comparação entre o período inicial da corrida espacial (décadas de 1950-1970) e o cenário atual para entender as mudanças nas políticas e práticas da indústria; e, por fim, estatísticas descritivas - utilização de dados estatísticos para descrever a evolução do setor e a participação do setor privado.

4. Resultados

Considerando-se os objetivos propostos e análises feitas a partir de revisão bibliográfica, coleta de dados secundários e análise de dados, segue abaixo o teor das análises realizadas.

O setor aeroespacial tem experimentado uma transformação profunda nas últimas décadas, passando de uma atividade dominada por iniciativas governamentais para um vibrante mercado impulsionado por investimentos privados e inovação tecnológica. Este texto aborda dois aspectos centrais dessa evolução. Primeiro, explora-se o desenvolvimento da economia aeroespacial: da produção de um bem público à criação de um novo mercado, analisando como a dinâmica do setor mudou com a entrada de capital privado, a redução de custos e o surgimento de novas tecnologias que possibilitaram a expansão da atividade aeroespacial para além das fronteiras governamentais. Em seguida, discute-se a regulamentação do setor aeroespacial: O novo papel do Estado no setor e seus desafios, focando na necessidade de novas políticas e frameworks regulatórios que acompanhem o crescimento do mercado, assegurando tanto a segurança quanto a sustentabilidade dessa indústria emergente. Juntos, esses temas oferecem uma visão abrangente das mudanças e desafios enfrentados pelo setor aeroespacial, destacando a importância de uma colaboração eficiente entre o setor público e privado para fomentar um desenvolvimento equilibrado e inovador.

4.1 O desenvolvimento da economia aeroespacial: da produção de um bem público à criação de um novo mercado

O desenvolvimento da economia aeroespacial exemplifica uma transformação notável, evoluindo da produção de um bem público para a criação de um novo mercado dinâmico. Inicialmente dominada por entidades governamentais devido à natureza estratégica e aos elevados custos, a exploração espacial era vista como um bem público, essencial para a segurança nacional e o progresso científico. No entanto, avanços tecnológicos significativos e a inovação contínua ampliaram as possibilidades e reduziram os custos, atraindo investimentos privados. Esse influxo de capital privado impulsionou a comercialização do setor, resultando na criação de novos mercados, como o turismo espacial e a exploração de recursos extraterrestres. Além disso, a entrada de consumidores e empresas privadas como novos atores tem sido crucial para essa transformação, criando uma economia vibrante e diversificada que se distancia do modelo exclusivamente público, fomentando competição, inovação e novas oportunidades econômicas.

Embora em estágios diferentes, diversos países avançaram no desenvolvimento e utilização das aplicações espaciais, inclusive o Brasil:

“Os chamados produtos e serviços espaciais —ou, simplesmente, as aplicações espaciais —decorrem diretamente dos dados colhidos e das informações transmitidas pelos satélites aos segmentos de solo. Dentre as principais aplicações espaciais estão a observação da Terra (ou Sensoriamento Remoto); as missões científicas e tecnológicas; as telecomunicações; a meteorologia e a navegação e posicionamento”. (IPEA, 2012, p. 3).

O surgimento e o constante crescimento do uso dessas novas tecnologias tornaram a atividade aeroespacial muito mais ampla em sua concepção e abriu um conjunto de oportunidades em um novo mercado. Observe-se que o que tem de mais novo nisso é a inclusão de um novo ator nesse setor: o consumidor.

Desde o início dos investimentos no setor aeroespacial, as empresas privadas focaram em lançamento de foguetes e, após alguns avanços no mercado, têm focado no ramo de turismo e mineração espaciais, dentre outros; o que pode viabilizar o uso de tecnologias em áreas, como a biotecnologia, medicina etc. (SARANG; WEINZIERSL, 2021).

Greason (2019) afirma que a realização de lançamentos por empresas privadas permite o acesso ao meio mais econômico de viagem aeroespacial, pela exploração da eficiência pelo mercado. Neste ponto, quando a NASA se torna consumidora dessa espécie de serviço de transporte, mediante a ampliação de parcerias com agentes privados, fomenta-se o desenvolvimento de um produto mais barato entre as empresas concorrentes.

A série de inovações na gestão tecnológica da indústria aeroespacial teve sua gênese na convergência da multiplicidade de conhecimentos existentes, no investimento em pesquisa e no desenvolvimento de ferramentas capazes de suportar a existência de um mercado competitivo dessa natureza, com a sustentabilidade tecnológica necessária à expansão da atividade econômica atrelada ao setor (IPEA, 2012).

No caso do setor aeroespacial, a inovação tecnológica está diretamente relacionada às aplicações espaciais e ao desenvolvimento do mercado de bens e serviços. O ato de desenvolver uma tecnologia capaz de lançar objetos para além da órbita terrestre exige um cabedal de conhecimento, advindo de uma monta de investimentos tal que seria impossível não surgir daí spin off.

Novos modelos de negócios e novos atores proporcionaram a ênfase no valor comercial do espaço, para além do interesse governamental e militar do setor, promovendo a integração de plataformas e serviços, consolidando a indústria “espaço-dependente” (PWC, 2020).

A NASA (2022) afirma que as tecnologias derivadas daquela agência espacial são produtos e serviços comerciais que foram desenvolvidos com a sua ajuda, mas, sobretudo, por meio de contratos de pesquisa e desenvolvimento, prêmios, licenciamento de patentes, uso de suas instalações, assistência técnica de seu pessoal ou dados da NASA disponibilizados à comunidade científica. Foram documentadas mais de duas mil novas tecnologias ao longo do tempo. Dentre tais spin off, poder-se-ia destacar: Termômetros de ouvido infravermelho; dispositivo de assistência ventricular; implantes cocleares, membros artificiais; diodos emissores de luz em terapias médicas;

aparelhos invisíveis, lentes resistentes a arranhões; impressão de alimentos 3D; sistemas de aprimoramento e análise de vídeo; remoção de minas terrestres; equipamento de combate a incêndio; amortecedores para edifícios; comida de bebê enriquecida; aspiradores portáteis sem fio; purificação de água; células solares; correção de erros de sinal GPS; localização da água; tecnologia de computador; software de análise estrutural; lubrificantes em pó; chapeamento de ouro; e etc.

Esse processo de incorporação de tecnologias decorrentes de outros segmentos resultou na redução de custos e melhorias significativas em áreas como o processamento e armazenamento de dados, eficiência na matriz solar, bem como geraram a necessidade de uma capacidade adicional de áreas relacionadas ao espaço, incluindo observações da Terra, telecomunicações e demais áreas de exploração aeroespacial (LAL, 2016).

A perspectiva da economia do espaço voltada para a Terra, com o fornecimento de bens e serviços (telecomunicação, infraestrutura de internet, observação da Terra, satélites de segurança nacional), tem se modificado diante do avanço de viagens tripuladas por civis à órbita terrestre (SARANG; WEINZIERL, 2021).

Tais parcerias que foram percebidas como estratégicas e a percepção de que o setor poderia criar, na maioria dos casos involuntariamente, muitos spins off abriram caminho para a criação de um novo mercado. As realizações mais recentes da *SpaceX* em cooperação com a NASA, assim como de empresas como a Boeing, *Blue Origin* e *Virgin Galactic*, em garantir a sustentabilidade de viagens particulares ao espaço em escala, marcam uma nova fase na era de um mercado em ascensão (SARANG; WEINZIERL, 2021).

Essas e outras tantas empresas inovadoras e alvissareiras conseguiram perceber e transformar em modelo de negócio atividades relacionadas à indústria aeroespacial. Desta forma, iniciava-se novos mercados e muitas oportunidades. A atividade que antes era estrita a políticas públicas que ofertavam um bem público foi transformada em mercado.

Segundo Stiglitz e Rosengard (2015) uma das elencadas falhas de mercado ocorre quando o bem ou serviço a ser produzido e ofertado no mercado tem as características de não rival e não exclusivo.

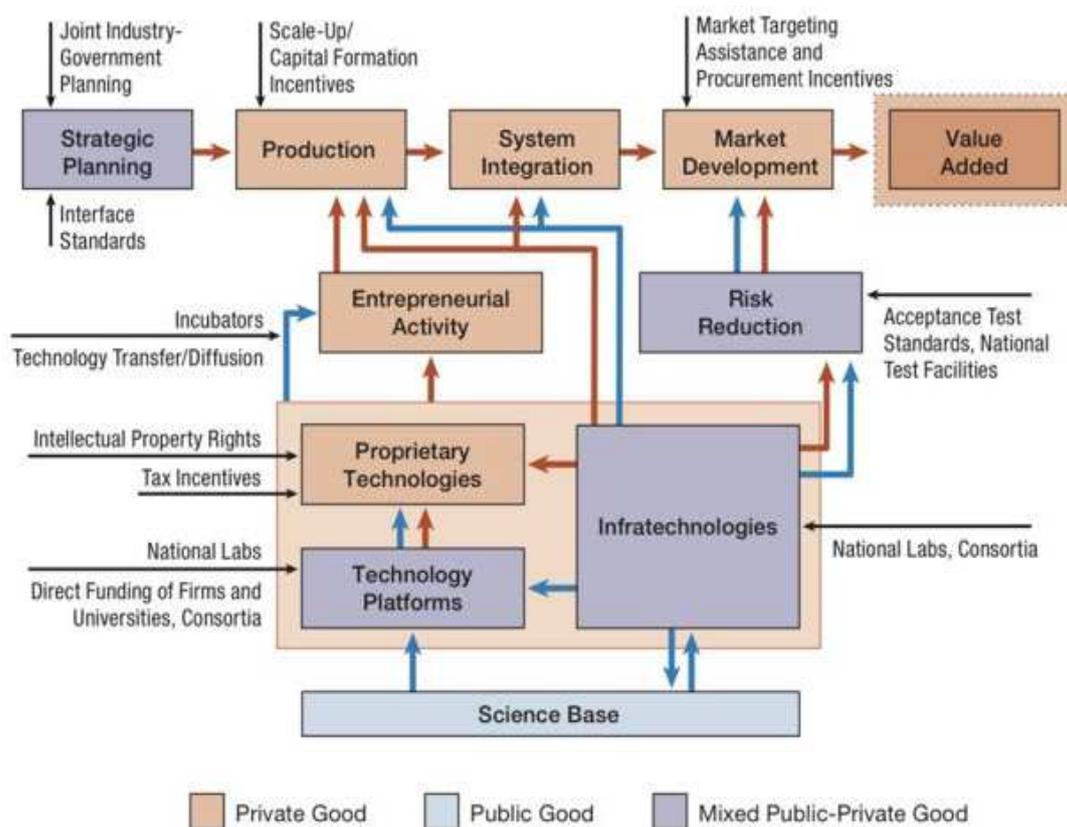
Aplicando tal conceito a indústria aeroespacial em seus primórdios é fácil ver que a indústria guardava características próprias de bem público. O investimento feito em pesquisa, treinamento, infraestrutura, lançamento de foguetes, dentre tantas outras atividades atinentes, não poderiam obter retorno no mercado em função das características desse setor. Observe que qualquer ganho ou proveito desse esforço industrial não era possível se converter em um produto cujos benefícios ficassem restritos a quem pagasse por ele. Os benefícios eram não rivais, pelo fato de os eventuais benefícios para um indivíduo não afetava ou de outra pessoa; e, eram não excludentes, pelo fato de não ser possível excluir alguém dos benefícios que a corrida espacial traria naquelas épocas. Diante de tal cenário, a única e viável forma de alcançar os objetivos da conquista do espaço, seria por meio de investimentos estatais onde dessa maneira era possível a oferta desse bem público. Bens e serviços com tais características afastam o investimento privado e a única maneira de se obter sua oferta é por meio da atuação do estado. Não há racionalidade econômica em se envidar esforços, como investimento e sujeição ao risco, se não se pode remunerar por tal esforço.

Em regra, os bens públicos relacionados ao setor de tecnologia são atividades com fortes externalidades positivas as quais demandam correção das falhas, porém não representam apropriadamente a intervenção da “mão visível” do Estado em nações com avançado desenvolvimento tecnológico (NASA, 2021).

Por outro lado, não se pode deixar posposto que as falhas governamentais podem ocasionar custos associados os quais, geralmente, superam os ganhos advindos da correção da falha de mercado pelo Estado, uma vez que as ações estatais podem sofrer interferências por interesses pessoais, ou ainda, serem objeto de má alocação de recursos públicos (NASA, 2021).

Quando se trata da atuação do Estado na política de inovação tecnológica no setor aeroespacial, é importante ressaltar a alteração do papel estatal frente a novos mercados, os quais requerem maiores investimentos na constituição e modelagem para suportar elevados riscos; atuando, inclusive, como consumidores dos bens e serviços dele provenientes e afastando-se da clássica intervenção para correção de falhas.

Figura 2 - Ciclo de vida das tecnologias: as interfaces de atuação do estado e de empresas



Fonte: NASA (2021), <https://www.nasa.gov>.

A experiência dessa transformação passou, sobretudo, pela interação entre governo e empresas. Um sofisticado sistema de interação entre esses atores com cada um deles atuando onde desempenhavam um melhor papel. Governo ofertando ciência básica, por exemplo; enquanto as empresas se responsabilizavam pela produção, por sistemas de integração e desenvolvimento de mercado. A figura 2 apresenta o ciclo de

vida das tecnologias, sobretudo, as interfaces de atuação e interação entre o estado e as empresas.

No modelo americano descrito na figura 2, os bens privados representam aqueles cujos investimentos privados são suficientes ao amplo uso das tecnologias desenvolvidas. De outro lado, os bens públicos, cujo financiamento sustenta-se basicamente no investimento governamental, não representam interesse privado necessário à mobilização de recursos por empresas privadas (NASA, 2021).

A aplicação de um modelo para a incorporação de novas tecnologias tem como objetivo avaliar os possíveis impactos econômicos resultantes do incremento de futuras demandas, bem como fornecer elementos para o *accountability* de políticas públicas de fomento à atividade privada (NASA, 2021).

A empresa *SpaceX*, por exemplo, que, em suas primeiras duas décadas, foi responsável pelo controle de mais da metade da indústria global de lançamento de foguetes passou a diversificar seus produtos nessa nova economia uma vez que as atividades do “espaço-para-o-espaço” desenvolvidas pela corporação têm representado uma resposta à demanda de consumidores governamentais, por exemplo NASA (SARANG; WEINZIERL, 2021).

À vista das mudanças da economia aeroespacial,

“A medida que a diminuição dos custos de lançamento permite que empresas como a SpaceX aproveitem economias de escala e coloquem mais pessoas no espaço, a crescente demanda do setor privado (ou seja, turistas e colonos, em vez de funcionários do governo) poderia transformar essas iniciativas de prova-de-conceito em uma indústria sustentável e em grande escala”. (SARANG; WEINZIERL 2021).

Embora o turismo aeroespacial figure como um dos maiores atrativos do mercado voltado ao espaço, a indústria que se estrutura a partir do ingresso de novas empresas tem abarcado a produção de bens manufaturados – tais como componentes de espaçonaves e modernização de infraestruturas espaciais –, visando subsidiar futuras demandas governamentais em próximos projetos exploratórios (SARANG; WEINZIERL, 2021).

Assim, o apoio ao desenvolvimento de novas tecnologias e o acesso a diversas plataformas por várias empresas, com a construção e comercialização de produtos com vasta aplicação no mercado de tecnologia – ultrapassando o uso apenas científico –, é o objetivo das ações governamentais dentro do modelo de fomento em economias de escala (NASA, 2021).

4.2 Regulamentação do setor aeroespacial: O novo papel do Estado no setor e seus desafios

A crescente participação do setor privado na exploração espacial e o desenvolvimento de novas tecnologias demandam uma reavaliação do papel do Estado na regulamentação do setor aeroespacial. Nesta seção, aborda-se a necessidade de atualização das políticas públicas e *frameworks* regulatórios para acompanhar a rápida expansão e diversificação desse mercado. A entrada de novas empresas e o aumento da atividade comercial no espaço trazem consigo questões complexas de segurança, sustentabilidade e competição justa. Esse texto explora como os governos podem

equilibrar a promoção da inovação e do crescimento econômico com a proteção dos interesses públicos, enfrentando desafios como a gestão do tráfego espacial, a mitigação de detritos orbitais e a definição de normas internacionais. A regulamentação eficaz será crucial para garantir um ambiente seguro e colaborativo que permita o avanço contínuo da economia aeroespacial.

Para tanto, o que se espera de atividades econômicas dessa natureza é uma clara e consubstanciada normatização, tendo em vista o envolvimento de atividades de alto custo e a necessária demarcação de responsabilidade dos atores envolvidos.

Quando se refere ao esforço internacional para a regulamentação da matéria aeroespacial, em um período geopoliticamente sensível, não podemos esquecer que o principal deles foi o Tratado do Espaço, de 1967, "a Carta Magna do Espaço" é um dos acordos multilaterais mais apoiados pela comunidade internacional.

Ademais, segundo Neto (2011) a responsabilidade internacional dos Estados por fatos ilícitos causados no espaço foi plasmada no âmbito de três dos principais tratados na matéria: em 1967 no Tratado do Espaço, em 1972 na Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Especiais, conhecida como a "Convenção de Responsabilidade" e, em 1975 na Convenção sobre Registros de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico, também conhecida como a "Convenção de Registro".

Conforme preceitua Neto (2011, p. 24) "tais diplomas preveem a obrigação dos Estados de reparar danos causados por atividades e objetos espaciais. Como sujeitos de direito internacional, cabe aos Estados responderem pelos atos e pelas condutas de seus nacionais, sejam pessoas físicas ou jurídicas.

Esses e os demais normativos que o seguiram, foram elaborados no âmbito da ONU, por meio do Comitê para Uso Pacífico do Espaço (COPUOS) já que não existia, e ainda não há, uma organização com representatividade global para regulação do chamado Direito Aeroespacial Internacional, aos moldes do que ocorre com a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), impactando possivelmente na real representatividade das nações na temática e uma postura mais democrática.

Nesse sentido, conforme observa Galante (2013):

"Como regra geral, quem obedece ao tratado são os Estados ou nações, mas não indivíduos ou empresas privadas. Estes ficam sujeitos a regulamentações próprias de seus países de origem, que podem ou não contemplar leis de direito aeroespacial. Se contemplarem, elas devem estar em acordo com o direito aeroespacial internacional, como convencionado pelo tratado e por outros acordos". (Galante, 2013).

Dessa forma, Rezende (2020) pontua que não se pode esquecer do que preceitua a Resolução nº 59/115 da Assembleia Geral da ONU, de 2004, que:

"Recomenda a todos os Estados que realizem atividades espaciais que (...) considerem a possibilidade de promulgar e aplicar legislação nacional que autorize e providencie contínua supervisão

para as atividades no espaço exterior por parte de entidades não-governamentais sob a sua jurisdição”.

Nesse viés, o que é percebido por alguns autores, como Frazão (2015), Rezende (2020) e outros, no que concerne ao plano normativo interno, há certa “fragmentação” das normas de direito aeroespacial para fins de regulação dessas atividades, ainda que de alguma forma, formuladas de acordo com os princípios internacionais. Segundo preceitua Frazão (2015):

“Os EUA são, naturalmente, os grandes protagonistas nesta matéria. Pela sua história de exploração aeroespacial e, sobretudo, pelo impulso dado a uma indústria embrionária, que deu os seus primeiros passos num passado recente [...]. Paralelamente, o direito norte-americano soube responder às necessidades do crescimento galopante da indústria aeroespacial privada para, ao fim e ao cabo, estabelecer regras de uma atividade até aí sem expressão, sobretudo na atribuição de licenças ou nos valores dos limites de pedidos de indenização”. Frazão (2015, p. 79)

Na Era do New Space, em meados dos anos 2000, foi observada uma mudança de tratamento da questão regulatória no que concerne à exploração aeroespacial. Para Sarang e Weinzierl (2021), uma dessas mudanças foi a possibilidade de que os indivíduos privados pudessem assumir riscos maiores do que seria permitido para astronautas, quando “a NASA deixou de usar contratos de custo acrescido (em que a NASA assumia todos os riscos econômicos de investir no espaço) para contratos de preço fixo (em caso de risco), essa mudança catalisou uma explosão de atividade no setor”.

Essas distinções e evoluções contratuais, no caso dos Estados Unidos, podem ser facilmente observadas no estudo pela Agência Aeroespacial Norte Americana por intermédio do documento denominado: *Selection of Contract Type for Launch Services*.

A necessária regulamentação para fomentar o setor, conforme preceitua Sarang e Weinzierl (2021) começou inclusive a se concretizar em 2017, quando Luxemburgo tornou-se o primeiro país europeu a estabelecer normas regulatórias sobre a extração de recursos do espaço.

Esse movimento foi seguido pelo Japão e Emirados Árabes Unidos e, atualmente, com o Acordo Artêmis - que visa estabelecer por meio de conjunto de princípios práticos, diretrizes e melhor prática para aprimorar a governança da exploração civil e do uso do espaço exterior (BRASIL, 2021) -, há um maior envolvimento global com a ampliação das nações signatárias, em que estabelece uma visão para o desenvolvimento internacional sustentável do Lua, Marte e asteroides, já caminhando para o novo movimento chamado de *Space-for-Space Economy*.

Além da completa internalização do Acordo Ártemis pelo Brasil em 2021, pontua-se que em recente data, no dia 1º de agosto de 2024, foi sancionada, com veto, a lei nº 14.946, de 31 de julho de 2024, que institui normas aplicáveis a atividades espaciais nacionais. Não obstante o citado normativo ainda carecer de avaliação

congressual quanto ao veto do Parágrafo único do artigo 34, é relevante destacar o elevado significado normativo para o país em relação à temática.

Apesar dos esforços acima relatados, ainda é patente a preocupação quanto à necessidade do papel dos Estados na regulamentação do setor, com uma legislação jurídica própria, que se atente à responsabilização.

Com fundamento na teoria econômica, a regulação das atividades do mercado pelo Estado tem origem nas falhas de mercado, com vistas à correção das deficiências entre atores incapazes de se autorregular. Todavia, a própria regulação estatal está sujeita a falhas. Em suma, ainda que não seja o objeto no presente estudo tentar exaurir a trajetória da regulamentação do setor, mostra-se como fator de especial importância para fins de promover uma estabilidade mercadológica, tanto privada quanto estatal.

5. Conclusão

Conclui-se que a principal causa da transição da atividade aeroespacial de uma natureza predominantemente pública para um mercado em expansão foi o surgimento e o crescimento contínuo de novas tecnologias. Estas tecnologias ampliaram significativamente o alcance da atividade aeroespacial, abrindo um conjunto de oportunidades que deram origem a novos mercados e criaram uma economia. A entrada do consumidor como um novo ator nesse setor impulsionou essa transformação.

As inovações tecnológicas e os desenvolvimentos decorrentes (spin-offs) possibilitaram a criação de novos mercados, como o turismo espacial, e facilitaram o aprimoramento de mercados preexistentes, como o de telecomunicações. As externalidades positivas resultantes do desenvolvimento do setor aeroespacial são evidentes. Os grandes avanços tecnológicos, devido à sua característica transversal, impulsionaram o crescimento econômico de forma abrangente, impactando áreas como telecomunicações, monitoramento ambiental, vigilância de fronteiras, meteorologia, combate a desastres naturais, redução das desigualdades regionais e promoção da inclusão social.

A formação de um novo mercado trouxe avanços incontáveis, alimentados e estimulados por inovações e aprimoramentos tecnológicos inicialmente desenvolvidos pelos governos e, posteriormente, pela própria demanda do mercado. O papel do estado, em resposta às falhas de mercado amplamente vistas no setor aeroespacial, abrange desde o consumo dos bens produzidos por esse mercado até o incentivo por meio de políticas, financiamentos e tecnologias, além da regulamentação para delinear melhor a atuação privada, estimular a competitividade e garantir uma boa relação entre demanda e fornecimento.

No que tange ao papel regulador do estado, há uma boa margem para atuação. É necessário que os governos atuem proativamente para acompanhar a evolução rápida e célere do mercado aeroespacial. Novos campos estão sendo explorados como resultado de novas tecnologias, e a rapidez de criação do mercado exige que o estado ofereça respostas ágeis para evitar a perpetuação de suas falhas e apresentar soluções atuais que acompanhem as diversas possibilidades que o setor aeroespacial oferece.

Assim, verifica-se um fenômeno raro e até mesmo contraintuitivo, onde uma indústria que nasceu com características de bem público evoluiu para criar um novo mercado e uma nova economia. As potencialidades desse mercado ainda são

desconhecidas, mas visões futuristas indicam perspectivas que, embora hoje pareçam pouco críveis, como a colonização planetária, não devem ser subestimadas.

Referências

BRASIL. Acordo ÁRTEMIS princípios para a cooperação em exploração civil e uso da lua, marte, cometas e asteroides para fins pacíficos. **Diário Oficial Da União**. Publicado em: 27/07/2021, Edição: 140, Seção: 1, Página: 154. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/acordo-artemis-principios-para-a-cooperacao-em-exploracao-civil-e-uso-da-lua-marte-cometas-e-asteroides-para-fins-pacificos-334548897>.

BRASIL. Lei nº 14.946, de 31 de julho de 2024. Institui normas aplicáveis a atividades espaciais nacionais. **Diário Oficial Da União**. Publicado em: 01/08/2024, Edição: 147, Seção: 1, Página: 6. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.946-de-31-de-julho-de-2024-575658922>

DE REZENDE, A. L. A. Entre “viagens espaciais e satélites”, há intervenção do Estado nas relações privadas? Between “spatial and satellite trips”, is there a State intervention in private relations?. **Rev. Bras. de Direito e Gestão Pública (Pombal, PB)**, 8(05), 1205-1218, 2020. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RDGP/article/view/8602/8076>

FRAZÃO, J. N. F. **A regulação da atividade aeroespacial: a questão emergente da responsabilidade civil no transporte turístico aeroaeroespacial**. Dissertação de Mestrado na Faculdade de direito da Universidade Nova de Lisboa, 2015

GALANTE, D. Afinal quem manda nesse território. **CanalTech**, 8 jul. 2013. Disponível em <https://canaltech.com.br/ciencia/Direito-aeroespacial-afinal-quem-manda-nesse-territorio/>

GREASON, J., & BENNETT, J. C. **The economics of space: An industry ready to launch**. Los Angeles: Reason Foundation, 2019.

IPEA. Desafios e oportunidades para uma indústria aeroespacial emergente: o caso do Brasil. **Comunicado do Ipea - Julho - nº 153**, 2012. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=14788&catid=161.

KENNEDY, J. F. Address at Rice University on the Nation’s Space Effort. **Rice University, Houston, Texas. NASA JSC**, 1-4., 1962. Disponível em: <https://www.jfklibrary.org/learn/about-jfk/historic-speeches/address-at-rice-university-on-the-nations-space-effort>

LAL, B. Issues in Science and Technology. **Washington Vol. 32, Ed. 4, (Summer 2016)**: 63-74, 2016.

MARKOVICH, S. J., CHATZKY, A., & Siripurapu, A. Space exploration and US competitiveness. **Council on Foreign Relations**. Retrieved April, 18, 2021. Disponível em: <https://www.cfr.org/backgrounders/space-exploration-and-us-competitiveness>.

MCMAHON, R. **La guerra fría. Una breve introducción**. Madrid: Alianza, 2009.

- MORCEIRO, P. C. Nova classificação de intensidade tecnológica da OCDE e a posição do Brasil. **Informações FIEPE**, 461, 8-13, 2019. Disponível em: <https://downloads.fiepe.org.br/publicacoes/bif/bif461.pdf#page=8>.
- NASA. **Economic Development Of Low Earth Orbit**, 2021. Disponível em: https://www.nasa.gov/connect/ebooks/economic_development_of_low_earth_orbit_det.
- NASA. **NASA spin off: Frequently Asked Questions**, 2022. Disponível em: <https://spinoff.nasa.gov/faq>
- NASA. **Selection of Contract Type for Launch Services, 2024**. Disponível em: https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/ContractTypeSelection_NAC_508.pdf
- Neto, O. D. O. B. **Direito espacial contemporâneo: responsabilidade internacional**. São Paulo: Juruá Editora, 2011.
- OECD. **Space Economy of people, planet and prosperity**, 2024. Acessível em: <https://www.oecd.org/sti/inno/space-forum/space-economy-for-people-planet-and-prosperity.pdf>.
- OECD. **The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy**, 2019. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>. Disponível em: <https://www.oecd.org/innovation/the-space-economy-in-figures-c5996201-en.htm>.
- PEKKANEN, S. M. Japan's Space Power. **Asia Policy**, 27(2), 27-33, 2020.
- PETERSON, C., SNEDDEN, J., MADUZIA, K., & MAZMISHVILI, A. Economic Sustainability of The United States Commercial Satellite Market. In **ASCEND 2021** (p. 4242), 2021.
- PWC. **Main Trends & Challenges in the Space Sector**. 2020. Disponível em: <https://www.pwc.fr/fr/assets/files/pdf/2020/12/en-france-pwc-main-trends-and-challenges-in-the-space-sector.pdf>.
- ROLA, A. F. C. **A regulação das atividades de exploração de recursos espaciais por entidades privadas**. Dissertação (Mestrado em Direito) -Faculdade de Direito da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2018.
- STIGLITZ, J. E., & ROSENGARD, J. K. **Economics of the public sector: Fourth international student edition**. WW Norton & Company, 2015
- VARIAN, H. R. **Microeconomia-Uma abordagem moderna**. 9a ed. Rio de Janeiro-RJ, 2015.
- VAZ-FERREIRA, L., & BATISTA, P. R. Política espacial e segurança: mudanças e continuidades na segunda era. **Naval War College Journal**, 27(1), 209-238, 2021. Disponível em: <https://revista.egn.mar.mil.br/index.php/revistadaegn/article/view/1104>.,
- WEINZIERL, M., & SARANG, M. The commercial space age is here. **Harvard Business Review**, 2021.
- WEINZIERL, M. Space, the final economic frontier. **Journal of Economic Perspectives**, 32(2), 173-92, 2018.