

Revista da

# UNiFA

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA  
Uma Visão do Poder Aeroespacial

e-ISSN 2175-2567



# CORPO EDITORIAL



## Revista da UNIFA Publicação Semestral v. 33 n. 2 Julho/Dezembro 2020

### Reitor da UNIFA

Maj Brig Ar José Isaias Augusto de Carvalho Neto

### Vice-Reitor da UNIFA

Brig Int R1 Luiz Tirre Freire

### Editor-Chefe

Prof. Dr. Bruno de Melo Oliveira

### Editores-Assistentes

1º Ten Bib Cíntia Sales de Sousa

1º Ten Bib Cíntia Carneiro Marinho

1º Ten Bib Leandro Henrique de Oliveira Spinola

2º Ten Bib Adriana Maria dos Santos

SO R1BEP Roberto Fernandes Ferreira

### Comitê de Ética Institucional

Vice-Reitor Acadêmico

Coordenador de Ensino da UNIFA

Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

Pró-Reitor de Apoio à Pesquisa

Pró-Reitor de Extensão e Cooperação

Pró-Reitor de Estudos Especializados e Idiomas

Chefe do Centro de Educação à Distância

Chefe do Centro de Estudos Avançados

Oficiais Superiores da Vice-Reitoria Acadêmica da UNIFA

Comandante da ECEMAR

Presidente da CDA

Vice-Presidente da CDA

Comandante da EAOAR

### Conselho Editorial Científico

Andréa Fabiana de Lira - UFBA - BA

Claudio Rodrigues Corrêa - EGN - RJ

Erico Duarte - UFRGS - RS

Fabio Walter - UFRP - PB

Fernando de Souza Costa - INPE - SP

Flavio Neri Jasper - SEFA - DF

Francisco Eduardo Alves de Almeida - EGN - RJ

Guilherme Sandoval Góes - ESG - RJ

João Roberto Martins Filho - UFSCar - SP

Koshun Iha - ITA - SP

Lamartine Nogueira Frutuoso Guimarães - IEAv - SP

Marco Antonio Sala Minucci - IEAv - SP

Marcos Jorge Alves Gemaque - UNIFA - RJ

Thais Russomano - PUC - RS - RS

Vantuil Pereira - UFRJ - RJ

### Revisão Técnica

1º Ten QOCON BIB Cíntia Sales de Sousa - UNIFA - RJ

1º Ten QOCON BIB Cíntia Carneiro Marinho - UNIFA - RJ

1º Ten QOAP BIB Leandro Henrique de Oliveira Spinola - UNIFA - RJ

2º Ten QOCON BIB Adriana Maria dos Santos - UNIFA - RJ

2º Ten QOCON MSS Ana Carolina Aparecida Marques Soarez - AFA - SP

Prof.ª Catarina Labouré Madeira Barreto Ferreira - UNIFA - RJ

Prof.ª Dr.ª Cláudia Maria Souza Antunes - UNIFA - RJ

### Equipe de Edição

Diagramação

SO SDE Samuel Gonçalves Mastrange

CB SGS Lessandro Augusto da Silva Queluci

Desenvolvimento WEB

2S SAD Diego Sodré Ribeiro

3S SIN Victor Willian Aguiar dos Santos

### Impressão

UNIFA

### Tiragem

600 exemplares

### Distribuição

Gratuita



### Nossa capa

Arte do CB SGS Lessandro Augusto da Silva Queluci.

# REVISTA DA UNIFA

Uma Visão do Poder Aeroespacial

v. 33 n. 2 julho/dezembro 2020

Rio de Janeiro - RJ

Revista da UNIFA	Rio de Janeiro	v. 33	n. 2	p. 01 - 118	jul./dez. 2020
------------------	----------------	-------	------	-------------	----------------

Os textos publicados na revista são de inteira responsabilidade de seus autores.

*The authors assume full responsibility for the texts published in the journal.*

*Los textos publicados en la revista son de entera responsabilidad de sus autores.*

Indexado em / indexed in / indexado en:   

Classificado no / classified at the / clasificado en: **WebQualis da CAPES / CAPES WebQualis / WebQualis de la CAPES**

Disponível em / Available in / Disponible en: 

Licenciada / Licensed / con licencia: 

Revista da UNIFA / Universidade da Força Aérea. – Ano 1, n. 1 (23 out.1985)-ano 20, n. 23 (nov. 2008); [nova sér.], v. 22, n. 24 (jan./jun. 2009)-v. 28, n. 37 (dez. 2015); [nova sér.], v. 29, n. 2 (dez. 2016)- . – Rio de Janeiro : Universidade da Força Aérea, 1985- .

Semestral.

A partir de janeiro/junho 2009 numerado como volume.

A partir de janeiro/junho 2016 a numeração dos fascículos recomeça a cada ano com n. 1 e a numeração dos volumes mantém a sequência do ano anterior.

ISSN 1677-4558.

e-ISSN 2175-2567.

Distribuição gratuita.

1. Força Aérea Brasil - periódicos. 2. Aeronáutica - Brasil. 3. Poder aeroespacial. I. Universidade da Força Aérea.

CDU: 355.354(81)(05)

2020

Impresso no Brasil

*Printed in Brazil*

*Impreso en Brasil*

Distribuição gratuita

free distribution

distribución gratuita



Editorial ..... 5

ARTIGOS / ARTICLES / ARTÍCULOS

ORIGINAL / ORIGINAL / ORIGINAL

**African Airpower: a concept**..... 6  
 Stephen Burgess

**Ferramenta MCAS: Instrumento para medir clima de segurança no ambiente de manutenção dos recursos CNS/ATM no SISCEAB**.....16  
 Fábio Barbosa Laureano Luiz

**Modelos de negócios no setor espacial: o caso da Rocket Lab**.....30  
*Business models in the space sector: the case of Rocket Lab*..... 44  
*Modelos de negocios en el sector espacial: el caso de Rocket Lab*.....58  
 Rodolfo Castelo Branco Wadovski

ESTUDO DE CASO / CASE STUDY / ESTUDIO DE CASO

**Feedback formativo na Instrução Aérea: estudo de caso no Programa de Especialização Operacional** .....72  
 Andrei Henning Salmoria, André Luís Monteiro Tomaz, Laís Karla da Silva Barreto e Marcelo Victor Alves Bila Queiroz

**Recuos, Avanços e Continuidade do Programa de Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS): uma análise de políticas públicas (1999-2019)** .....84  
*Setbacks, Advances and Continuity of the China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS): a public policy analysis (1999-2019)*.....95  
*Contratiempos, Avances y Continuidad del Satélite de Recursos de la Tierra China-Brasil (CBERS): un análisis de políticas públicas (1999-2019)*.....106  
 Raquel dos Santos Missagia e Victória Viana Souza Guimarães

## Sumário / Contents / Sumario

<b>ORIENTAÇÕES PARA SUBMISSÃO</b> / <i>ORIENTATIONS FOR SUBMISSION</i> / <i>ORIENTACIONES PARA SUBMISIÓN</i>	.....117
---	----------

As publicações científicas possuem uma trajetória. Passar três décadas e meia sem apresentar as marcas das transformações no cenário acadêmico e editorial mostra-se improvável em um mundo em acelerado processo de mudança. O filósofo pré-socrático Heráclito de Éfeso (século VI a.C.) expressou-se neste aforismo sobre a transitoriedade da realidade: “Não se pode entrar duas vezes no mesmo rio” (HERÁCLITO, 1991, p. 83)... Pois da segunda vez o rio não é mais o mesmo nem tão pouco o homem.... Nenhuma criação humana está protegida da mudança, pois a estabilidade é um estágio provisório que a antecede. Para cada nova variável, para cada demanda que surge, uma resposta precisa ser apresentada a fim de dar continuidade a um projeto que se deseja preservar. Assim tem sido o trabalho junto à Revista da UNIFA.

Em inúmeras situações, as direções que a publicação tendeu a seguir não foram consideradas por seus fundadores, não era claro nem óbvio que as proposições originais pudessem conduzir na direção de determinados desafios. Quando foi criada, há trinta e cinco anos, a primeira edição da Revista da UNIFA vinha à luz como um periódico de divulgação no antigo Ministério da Aeronáutica. Anos depois, passou a se estruturar como uma publicação científica de abrangência internacional. Isso, contudo, não significou o descarte do passado. Na verdade, ele é honrado e agregado aos novos esforços. A recepção das reflexões dos oficiais-alunos das escolas de pós-graduação militar, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica (EAOAr) e Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (ECEMAR) foi preservada. Esses artigos, advindos de profissionais que expressam seus conhecimentos provenientes de sua carreira militar e de seus altos estudos, compartilham as mesmas páginas com manuscritos de pesquisadores que se lançaram ao trabalho de analisar as ações, os projetos, as doutrinas e as instituições que integram o conjunto de diretrizes e planejamentos denominados como Poder Aeroespacial. Se o oficial-aluno expressa a visão no interior da organização militar e o seu pragmatismo diário, o acadêmico reflete sobre essa realidade, contextualizando-a, problematizando-a, trazendo a complexidade que é afastada dos olhos de quem está inserido na rotina e burocracia (no sentido weberiano no termo!).

O campo científico, dinâmico, exige rápidas adaptações e profundos conhecimentos daqueles que conduzem a gestão de manuscritos e colaboram com a sua boa consecução. Portanto, capacitação e incremento de meios transformam constantemente o periódico científico. Desde 2009, com a adoção do modelo de avaliação de pares às cegas no trato dos artigos submetidos e da filiação da Revista na Associação Brasileira de Editores Científicos, novos passos têm sido dados com segurança. O delineamento do escopo, explicitado desde 2012, dá a conhecer a todos que queiram se inteirar das orientações editoriais desta publicação. Nesse mesmo ano, a Revista da UNIFA passou a ser avaliada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A constituição de editores *ad hoc*, em 2013, representa a expansão formal da rede da revista e a constituição de um profícuo diálogo com importantes instituições de ensino e pesquisa. Estamos tratando de medidas que tornam a Revista da UNIFA um periódico científico que não deve nada a quaisquer outro precedente de universidades nacionais ou internacionais. A retomada do uso de um sistema de gerenciamento eletrônico (OJS) reforça as ações que visam à construção da rastreabilidade do periódico, da capacidade deste de garantir dados para o estabelecimento de métricas que ajudem no planejamento, do uso dos números identificadores dos artigos (DOI) e da inserção dos ORCID dos nossos articulistas. Em suma, não se pode deixar de lançar mão das tecnologias de informação, sem as quais não se pode pleitear futuras inserções nas mais importantes bases indexadoras nacionais e internacionais.

Todos os esforços empreendidos até agora têm por objetivo o refinamento da Revista da UNIFA, algo que será sempre uma ação inacabada, sempre se impondo a adequação às novas exigências acadêmicas. Agora, neste último ano de avaliação quadrienal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), esperamos finalizar mais uma etapa de forma exitosa. Estamos plenamente cientes dos ajustes a serem feitos e, igualmente, estamos prontos para os novos desafios. Esperamos que as mudanças tragam ensinamentos e que estas inspirem sábias tomadas de decisão. O ponto de conclusão de uma fase é o mesmo que abre caminho para a próxima. Um novo ciclo se inicia.

Boa leitura!

Brig Int R1 Luiz Tirre Freire  
Prof. Dr. Bruno de Melo Oliveira

#### REFERÊNCIAS

HERÁCLITO. In: **Os pensadores originários**: Anaximandro, Parmênides, Heráclito. Petrópolis: Vozes, 1991.

# African Airpower: a concept

Stephen Burgess<sup>1</sup>

## ABSTRACT

The development of an African Airpower Concept starts by identifying the current operating environment and limitations. After these realities are identified, we lay out airpower requirements and cooperative strategies needed to address the current threats. The concept outlines broad strategic principles common across Africa that could be incorporated into tailored regional strategies. This concept draws on work done over the past decade by the US Air Force and especially US Africa Command, its air component (African Air Forces) and Air University in partnering with African air forces to develop capacity, capabilities and cooperation. Several African air forces and regional organizations have taken a number of initiatives during the 2010s that reflect some of the Concept's recommendations.

**Keywords:** Strategy, Airpower, Cooperation.

## RESUMO

*O desenvolvimento de um conceito de poder aéreo africano começa pela identificação do ambiente operacional atual e das limitações. Depois que essas realidades forem identificadas, traçamos os requisitos do poder aéreo e as estratégias cooperativas necessárias para enfrentar as ameaças atuais. O conceito descreve princípios estratégicos gerais comuns em toda a África que podem ser incorporados em estratégias regionais personalizadas. Este conceito baseia-se no trabalho realizado na última década pela Força Aérea dos EUA e especialmente pelo Comando da África dos EUA, seu componente aéreo (Forças Aéreas Africanas) e a Universidade Aérea em parceria com as forças aéreas africanas para desenvolver capacidade, capacidades e cooperação. Várias forças aéreas africanas e organizações regionais tomaram*

*uma série de iniciativas durante a década de 2010 que refletem algumas das recomendações do Conceito.*

**Palavras-chave:** África. Estratégia, Poder Aéreo, Cooperação.

## RESUMEN

*El desarrollo de un concepto de poder aéreo africano comienza con la identificación del entorno operativo y las limitaciones actuales. Una vez identificadas estas realidades, describimos los requisitos del poderío aéreo y las estrategias de cooperación necesarias para abordar las amenazas actuales. El concepto describe principios estratégicos generales comunes en África que pueden incorporarse en estrategias regionales personalizadas. Este concepto se basa en el trabajo realizado en la última década por la Fuerza Aérea de EE. UU. Y especialmente por el Comando Africano de EE. UU., Su componente aéreo (Fuerzas Aéreas Africanas) y la Universidad del Aire en asociación con las fuerzas aéreas africanas para desarrollar capacidad, capacidades y cooperación. Varias fuerzas aéreas africanas y organizaciones regionales tomaron una serie de iniciativas durante la década de 2010 que reflejan algunas de las recomendaciones del Concepto.*

**Palabras clave:** África. Estrategia, poder aéreo, cooperación.

## 1 THE CURRENT OPERATING ENVIRONMENT

The current operating environment in Africa has changed markedly in the last couple of decades. With a couple of notable exceptions, the threat of Cold War-inspired state-on-state conflict has receded. While civil wars continue in some regions, traditional threats have

I. Air University – Montgomery/AL – Estados Unidos da América. Doutor em Ciência Política pela Michigan State University. Email: [stephen.burgess.1@us.af.mil](mailto:stephen.burgess.1@us.af.mil)

Recebido: 14/05/20

Aceito: 03/06/20

been replaced by the explosion of transnational groups that do not confine their activities to one country. Some of these transnational organizations threaten national and regional economies to include poaching, illegal fishing and mining. While not usually an existential threat to national security, these groups are crippling already weak economies and governments.

The greater threat emanates from Islamist violent extremist organizations (VEO) seeking to carve out operating locations within regions, particularly in Northwest and East Africa. The most notable examples are Al-Qaeda in the Islamic Maghreb (AQIM) and Boko Haram in Northwest Africa and Al-Shabaab in East Africa. These well-financed groups have found room to operate in lightly governed spaces and have had success in threatening many countries in Africa. Because they move freely across lightly patrolled borders, no single state can address this threat. These groups have become very proficient in exploiting the gaps between nations to strike and then cross borders to safe havens. This threat demands regional solutions.

While this threat right now is most acute in Northwest and East Africa, it is possible that violent transnational organizations will move south based upon increasingly fragile states. For this reason, it also makes sense for militaries, including air forces, in southern and central Africa to train and organize to meet this threat and actively seek to assist the other regions of Africa. By assisting their neighboring regions, these militaries can both slow the movement of these groups and prepare for potential future challenges. There are also various separatist movements and ethnic and sectarian tensions across Africa that surface. While these situations demand political answers, African militaries, including air forces, require training and equipment to enforce and keep the peace when these threats bubble to the surface. Ethnic group competition will continue to cause flare ups of violence that may call for military intervention. In particular, outbreaks of violence have occurred following hotly contested elections.

Most African militaries, including air forces, are not organized or equipped to maximize effectiveness within a challenging operating environment against violent extremist organizations, transnational actors and criminal enterprises. Instead, they have been organized and oriented in much the same way that the militaries of their former European colonial masters were - to fight interstate wars. Also, they have been frequently called upon to act in a policing function in order to quell domestic unrest or engage in peacekeeping operations abroad. Therefore, they do not possess the

requisite capabilities, organization, and training to meet the rising challenges.

No African country has the resources to build the air force capacity and develop the capabilities to meet these challenges on its own. Regional cooperation is not a luxury, but a requirement. The demand for intelligence, surveillance and reconnaissance (ISR) and mobility to meet the biggest regional threats within this environment exceeds the fleet capacity of all African air forces. Only by partnering can African air forces provide the air capabilities needed to support effective joint military operations against these groups. While African militaries have made significant strides in increasing regional cooperation, it has mostly been on an ad hoc basis relying on coalitions of the willing. Regional countries formalizing more cooperation mechanisms would improve overall military effectiveness. The need for cooperative air strategies, due to the high cost and technical difficulty of maintaining air force capabilities, is even higher than for the other military services.

## 2 REGIONAL AIRPOWER COLLABORATION

Various regional communities are already in place that include security and military functions that can meet the need for collaborative airpower approaches. The most active ones are:

- SADC Southern African Development Community
- ECOWAS Economic Community Of West African States
- EAC East African Community
- IGAD Intergovernmental Authority on Development (Eastern Africa)
- CEEAC Economic Community of Central African States (ECCAS)

In addition, there are four active regional brigades of the African Standby Force: West, Eastern, Southern, and Central. The Southern region has been most active in developing airpower cooperation. Thus, there could be four regional airpower strategies developed for Africa. For example, ECOWAS could oversee the development of an airpower strategy for West Africa using the concepts laid out here. North Africa lacks a functioning regional organization, but Morocco, Algeria, Tunisia and Mauritania could consult with West African countries to maximize synergies between the two, since the threat environment is similar between these countries with VEOs actively moving back and forth between the two regions. The goal could be for regional strategies to eventually merge into a single strategy, although this is



likely a longer term prospect. The East African Standby Brigade planning element could oversee the development of an East African airpower strategy. With South African leadership, SADC could oversee the development of a South-Central Africa airpower strategy in conjunction with the weaker CEEAC that focuses on developing the appropriate force structure and capabilities, while supporting both West and East Africa in developing their airpower capabilities.

There are not clear dividing lines between the challenges facing the various regions. The same pirates that threaten countries off the West African coast also threaten the economic interests of Central African states. There is active cooperation between various VEOs that reach into every region in Africa, even affecting Southern Africa. Criminal enterprises, such as wildlife poaching, also operate across regions. Because of these issues, there is a need for all regional strategies to be synched as much as possible through the African Union.

### 3 AFRICAN AIR FORCES TODAY

While African air forces have made significant strides in recent years, they still face a number of key challenges. While most air forces in Africa are a separate branch of their militaries (with some exceptions), they are small and underfunded. Air force personnel numbers are typically less than 10% of the country's overall military force numbers. Heads of government and legislators have many other budgeting priorities that relegate the development of air forces towards the bottom of their lists. Also, nearly every African military is dominated by armies and gendarmeries. Command structures are almost always dominated by army commanders, many of whom have not grasped what air forces can bring to security operations and are reluctant to advocate for investments in unproven capabilities.

The typical African air force is operating outdated equipment that is often barely functional. With few exceptions, they struggle to maintain disparate fleets of operational aircraft. While the fleets may look reasonably good on paper, the majority of aircraft are frequently grounded due to insufficient maintenance or lack of spare parts. There are training shortfalls across nearly all key support areas, including for pilots, aircraft and vehicle maintenance, supply chain management, safety, doctrine development, air traffic control, and intelligence analysis. As with procuring assets, few countries have the resources to develop training schools to adequately train airmen in all these areas.

Another problem is that resources are often poorly invested. When an African country does invest

a significant amount of money into an airframe, it is frequently the wrong airframe to meet the country's requirements. For some countries, expensive fighter aircraft require the lion's share of resources and provide little value for the operational missions needed. They are a huge financial drain, crowding out money needed to accomplish required missions such as ISR, air mobility, and close air support. Poorly conceived investments can cripple an air force for generations. African air forces also struggle from the "fleet of ones" challenge. Many have a very small number of several aircraft types. This creates an almost impossible challenge for air force leaders. Multiple airframes require multiple specialists, multiple supply chains, multiple maintenance crews, and multiple pilots with multiple skill sets. In a resource constrained environment, this situation is untenable. It is far more complicated and expensive to manage and operate a widely disparate fleet. An air force with fewer airframes saves significant resources in training, maintenance, and sustainment costs and gets a much better return on the investment. African militaries could seek to build larger squadrons of less aircraft types that can accomplish multiple missions. In most cases, an air force would be best served operating no more than a few platforms with enough of each aircraft to maximize training and supply efficiencies.

Another key challenge for today's air forces is the lack of regional interoperability. Where common platforms or systems exist, it is usually accidental as opposed to being part of a deliberate strategy. The African Union or regional blocs could develop a corporate body to identify regional requirements and recommend acquisition strategies that seek to improve interoperability across the region. Several countries working together to develop common equipment and capabilities will create much greater overall capability, through interoperability, than the same countries can create working individually at close to the same overall cost.

Another challenge is the lack of aviation infrastructure within the vast African continent. Many air forces have few operating locations they can use, limiting the effectiveness and coverage of air assets. Often they have to share facilities with civilian airlines. When facing nimble VEOs and transnational criminal groups, air mobility is a key enabler. But, fixed-wing mobility cannot be effective without operating sites and to where aircraft can deliver forces and equipment.

A less talked about challenge is retention. Few African air forces have service commitments. In many countries, the minute an airman is adequately trained in key aerospace disciplines, he becomes extremely marketable to the civilian aerospace industry and

separates from the service. Thus, air forces are left with inadequate number of motivated airmen, many of whom are doing admirable work with insufficient training. The result is inevitable; largely grounded fleets, poor flight safety records, and poor reputations within the defense structure.

#### 4 AFRICAN AIR FORCE REQUIREMENTS

With this operating environment in mind, African air forces need to be primarily equipped to accomplish three things; conduct intelligence, surveillance and reconnaissance; provide air mobility to ground forces; and provide a strike capability. African militaries are and will remain land-centric. But air forces provide force multiplying effects to the ground fight and require support and resources.

##### 4.1 Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (ISR)

One of the greatest advantages of VEOs and transnational criminal groups is their ability to hide from African militaries; blending in with populations and crossing freely over porous borders. Further complicating this issue is that of poorly defined and commonly understood international borders which, in some cases, results in “no fly zones” ranging from 100-150 kilometers along entire international borders. Because of their propensity to hide and disperse, it is critical for regional militaries to have the capability to quickly find, fix, and track targets. This is why ISR is the most important capability air forces bring to security operations. There is a shortfall of ISR capacity and sharing mechanisms to meet the challenges and threats. ISR platforms require patrol long borders and find enemies within the state and crossing borders. While many African air forces recognize this challenge and are moving improve this capacity, there will be a shortfall of indigenous ISR in Africa for the foreseeable future.

ISR is a system of systems that goes well beyond the platform. Acquiring the platform is an important step, but the platform is valueless without the hardware and software needed to analyze the information and deliver it to the right decision makers in a timely manner. Even where fledgling ISR capacity now exists, insufficient PEDS architecture frequently prevents it from reaching operational commanders in time to act upon it. Every air force in Africa could improve their ISR system of systems capacity. African countries could also be developing intelligence sharing agreements to the maximum extent possible. ISR gathered by one country

is frequently valuable to its neighbors but rarely shared. Finally, effective ISR operations that deliver actionable information will quickly convince even the most dubious ground commanders of the value of an air force.

##### 4.2 Air Mobility

The second greatest air capability need in Africa is air mobility. Peace enforcement operations in Mali, Somalia and elsewhere have highlighted the vast distances even within regions in Africa and the critical importance of air mobility to bridge them. These operations have underscored the acute shortage of air mobility capacity on the continent, both to move forces rapidly into place and to sustain those forces. The only region with sufficient lift capacity is North Africa. The shortfall of air mobility capability has also hampered regional responses to humanitarian crises and in providing disaster relief.

African air forces require investment in additional light and medium fixed and rotary wing lift capacity. This is a substantial challenge due to the cost of air mobility. Even where capacity does exist, it frequently sits on the sideline due to ineffective funding mechanisms to pay for the use and maintenance of that lift capability.

The problem is twofold; countries or regional organizations require develop considerably more lift capability and the African Union and the various regional blocs require flexible and effective funding mechanisms to ensure full utilization of regional and continental airlift capability. The current lift capabilities are a fraction of what is needed to support the African Standby Force and the regional brigades in deploying and sustainment. The persistence of regional conflicts have also highlighted the need for regional organizations to utilize the airlift that does exist on the continent. The standby brigades do not have the air mobility support backing them up to move them into place, which will force them to sit on the sidelines while regional organizations search for the airlift to move them. At best, they will respond late to emerging crises, allowing them to escalate before they are in place to respond.

African Air Forces require partnering opportunities to better develop and utilize air mobility capability. This could take any of a number of forms. While a shared squadron of mobility aircraft is likely a bridge too far at this stage, sharing agreements between countries would be beneficial. If regional countries commit to buying common airframes, they could also form temporary and larger squadrons of those aircraft to meet regional crises. This has happened on an ad hoc basis where common airframes exist, such as where countries have pooled Mi-17 assets. Smaller countries could potentially buy flight

hours from larger countries that have the capacity to make bigger airlift investments. There are many potential options for increasing airlift cooperation.

Each region could start by identifying the airlift requirement to meet a large regional security challenge, such as the situations in Mali and Somalia. Those two contingencies serve as excellent markers for likely regional airlift requirements and could be used as case studies to identify overall regional airlift requirements. Once that total airlift requirement is identified, the countries of the region, through the regional military block or through the African Union, could develop a specific strategy that makes sense within the region, taking into account regional factors such as overall resources, sovereignty concerns, language challenges, and any number of other factors. Regional organizations could look at all potential collaborative solutions, to include potentially leasing civilian aircraft or developing a partnership with civilian carriers. While there are many potential solutions, the determined solution needs to be realistic within the regional context.

### 4.3 Light Attack

There is a significant lack of light attack capability on the continent that can provide close air support or attack a limited number of targets. A small fixed or rotary wing aircraft armed with some type of attack capability, whether that be a gun or surface to ground missiles constitutes a light attack capability. VEOs do not have sophisticated IADS systems and are unlikely to develop sophisticated air defense systems for some time to come. The right answer to targeting these groups is not sophisticated, hyper-expensive, and very hard to maintain and fly fighter aircraft. Investments in fighter aircraft with little utility to meet the current threat crowd out money needed to develop the right type of strike capability. A relatively cheap and slow flying aircraft with manageable flight hour costs is likely to be more effective against VEO targets than a Su-30 or an F-5 at a fraction of the cost with less threat of collateral damage.

Light attack capability could be developed that meets the current and likely future threat. African air forces require easy to maintain and operate light attack aircraft with acceptable flight hour costs. If an attack capability can be paired with an ISR capability on a common platform, the utility increases even further. This pairing of ISR and strike functions on an airframe significantly accelerates the kill chain, allowing an aircraft to target a VEO almost immediately after finding it.

While this African Airpower Concept seeks to minimize mention of specific platforms, the ideal platform solution could be easy to maintain and operate, be able to quickly carry out strikes, and be able to loiter over the target area. Many of the same assets that make ideal ISR, trainer, and light mobility platforms can also be configured as solid light attack options.

In sum, ISR, mobility and light attack aircraft are the three operational capabilities that individual African countries and regional blocs require. While support capabilities needed to ensure these capabilities are operational, support capabilities (doctrine development, command and control, sustainment, maintenance, etc.) are ultimately required to serve these three core air capabilities.

### 4.4 Joint Integration

“If one wishes to go quickly, go alone. If one wishes to go far, go together” (an African proverb). While ISR, mobility and light attack aircraft are critical to supporting effective ground operations, integration with the army and other services is just as important. At the same time, ground operations require the inclusion of air planners in order to take advantage of the force multipliers that air capabilities bring. Air forces also bring key capabilities to maritime operations and need to be incorporated into air-maritime operations. Air force ISR can enable maritime forces to better counter piracy and illegal fishing.

National and regional military strategies require joint integration. While regional cooperation is critical to winning the counter-VEO fight, joint cooperation is just as important. Services need to exercise together, plan together, and operate together. African air force senior leaders oftentimes experience resistance from their Army colleagues. Joint Ops such as these could address head-on both service interests and power relationship factors.

Air force leadership is required in the planning of all operations. In the counter-VEO fight, land forces will do much of the heavy lifting. But they cannot reach maximum effectiveness without significant Air Force support. This is particularly acute in Africa with the large distances and poor-to-non-existent roads. Indeed, many road systems depicted on maps are in actuality trails that often require ground transport to download cargo onto pack animals (and vice-versa) over significant distances. Air Forces are force multipliers that significantly increase the lethality of ground forces. But, Air Force planners require understand ground force goals, be integrated into the planning process, and have the right capabilities available. Too often in Africa, Air Forces are an afterthought. That needs to change to meet the current threat environment.

#### 4.5 Support Capabilities

The above capabilities do not happen in a vacuum. An effective Air force requires doctrine to understand what capabilities it needs, why it needs them, what kind of support is required to maintain them, and what it can do with those capabilities. The greatest current shortfall across Africa is logistics and sustainment expertise and facilities. Other support focus areas are intelligence analysis, professionalization, airfield security, and flight safety.

It is often said that amateurs study tactics while professionals study logistics. This idea is important when developing African air forces. Leaders that take account of logistics and sustainment support are more likely to develop successful air forces than those that do not. Effectively maintaining the fleet is arguably the greatest challenge facing any Air Chief. This requires logistics planning, trained technicians, and a reliable supply chain. A brand new aircraft will turn into a static display in a few years if a country has not put enough emphasis on this area or if the number of assets in the inventory outstrips the resources the air force can apply towards maintenance and sustainment. As a country increases the number of platforms it is operating, this challenge increases many times over. Each aircraft requires its own sustainment expertise and chain.

### 5 A COLLABORATIVE APPROACH TO AIRPOWER

With the current challenges acknowledged and the key air requirements identified, this article pinpoints the key principles to develop regional airpower strategies. The challenges cannot be overcome by any country acting alone and require a collaborative approach. Some of the potential collaborative solutions to overcoming these challenges are to develop regional training centers, shared acquisition strategies, shared intelligence, and a focus on developing the right capabilities to meet the three capabilities identified above; ISR, air mobility, and limited strike.

One idea that African air chiefs and US AFRICOM and its air component (African Air Forces) have discussed over the past decade is forming consortiums within regions. Under this construct, several nations share a common squadron of aircraft. Each nation buys flight hours by contributing a certain share of the overall cost. This is what countries in Europe did with the Heavy Airlift Wing in Papua, Hungary. While effective, these consortiums require a significant amount of trust between nations and a funding commitment by all the countries

participating in the consortium and aided by external donors. They also require a large initial investment and an organization that can manage the overall program.

For Africa, small scale consortiums focusing on tactical lift or ISR have merit. These types of consortiums require several steps over several years to operationalize. In the interim, Air Forces could increase cooperation with the assets already in their inventories while seeking to develop more commonality between platforms and systems. One of the first steps is to stand up regional training centers that allow effective training across all countries in the region.

#### 5.1 Regional Training Centers

While easier to establish than a shared consortium of aircraft, developing effective regional training centers is a challenging goal. The development of these key training centers requires an endorsed cooperative strategy and transparency and trust between all participating nations within a regional context. Ideally, a regional training center could be open to students from all participating countries in the region. This will be difficult to achieve initially because most countries are focused on attempting to train only their own air force personnel across the full spectrum of disciplines.

Ideally, regional organizational blocs such as SADC led by South Africa, would broker this. One country could stand up an initial pilot training program and offer a predictable and approved number of slots to every country in the region. Another country could stand up a regional engine maintenance training center. The training centers cannot operate on an ad hoc basis or other countries in the region will not be able to count on the slots they need to train their personnel. Formalized agreements need to be in place. Ideally, countries in the region can share resources to cover the initial stand-up of the school based upon that agreement. If countries are unable to pay for the training, an exchange of training slots between participating countries could also work.

If a country agrees to stand-up a regional training center, it could formalize a document that clearly outlines how many students from each country would be offered slots each year and at what price. Other countries will need to commit to sending a determined number of students to those schools. This creates predictability for both the hosting country and the sending countries and enables the school to be sustainable. What will not work is a country committing to training its own students first and throwing any leftover slots to other interested countries. This will do nothing but perpetuate the status quo.



Establishing regional training centers rises above the level of air force leaders and to that of heads of government and relevant ministries. Air force leaders within a region could develop a plan among themselves and advocate that plan to their civilian and military leaders. Once agreement is reached, the plan can then be finalized in the regional blocs and African Union. Considerable leadership and cooperation will be required to stand up these regional schools.

The first step is to conduct an assessment of all capabilities and schools that exist within the region to see who has what capacity already in place and to determine what opportunities exist. This assessment could reveal the countries that have comparative advantages and the existing training gaps. It makes more sense for a country that already has a relatively mature pilot training program in place to make it a regional school as opposed to a country with very limited pilot training capacity to stand up a regional school. A country with a noncommissioned officer professionalization program in place is the ideal candidate to stand up a regional NCO development school. Nearly every country has the potential to either stand up a regional school or to actively support a neighboring country's standup of a regional training center.

## 5.2 Professional Development Schools

Professional development schools are a separate category of training from the more technically oriented training. As with the technical training, there is a shortage of professional development air force schools on the continent. The schools that exist and those that are created could also become regional training centers, with each one supporting the professionalization requirements of several countries. Ideally, the cadre in the school would also reflect multiple countries.

The greatest professionalization shortfall in African Air Forces is on the enlisted side. While there are limited officer development opportunities, there are next to no enlisted development opportunities. The shortage of professional NCOs significantly hampers training of junior enlisted forces. The lack of professionalization of enlisted forces results in degraded force capabilities.

Each region could seek to have a minimum of five regional professional schools that offers development opportunities to all participating countries in the region; NCO development, SNCO development, junior officer development, field grade officer development, and senior officer development.

All regional training centers could have broadly agreed upon training standards. These training standards could be

developed on consultation with all participating countries from across the region. The proposed training syllabus could be shared with all countries, allowing regional feedback to shape the agreed upon syllabus. This enables the training to meet the needs of each country participating.

## 5.3 Shared Acquisition – Economy of Scale

Air forces that have common platforms are far more effective at operating together. This facilitates operational effectiveness and sharing of parts, resources and training. The regional training centers mentioned above will be much more effective when countries in the region share platforms. Regional countries could develop a process to make shared purchases. This will also allow for reduction in platform cost due to potential bulk purchases and reduction in maintenance contracts since those contracts will be cheaper per aircraft with an increasing number of aircraft.

## 5.4 Multi-Mission Aircraft

The ideal common platform in Africa is a small or medium-sized fixed wing platform that can perform all three primary roles identified as key requirements: ISR, mobility, and light attack. A country can maintain a fleet of a single airframe to yield all the benefits of a larger number of aircraft, while configuring the aircraft differently to perform multiple roles. In addition to the primary roles, a multi-mission aircraft could also be configured for aeromedical evacuation or used as a trainer.

While this African Airpower Concept attempts to be platform agnostic, the aircraft the US Air Force identified for this role in Afghanistan and Iraq is the C-208 Caravan. US Africa Command and its air component (African Air Forces) have been so impressed by the multi-mission track record in these locations, that it has been championing this aircraft as a multi-mission solution in Africa. A C-208 Caravan, currently being used by Mauritania, Niger, Kenya and other air forces, can be configured for any of number of roles. It is relatively inexpensive and can be fitted with an ISR ball, can perform a light mobility function, and can potentially be fitted to perform a light attack role. There are other fixed-wing and rotary-wing aircraft that can also serve in multi-roles that could be considered in regional acquisition strategy discussions.

Nearly any aircraft can perform multiple missions. But, some are far more suited to the three missions identified as the priority for the counter-VEO fight. Militaries in each region could determine regional requirements and commit to acquiring a common



multi-mission aircraft for most countries within the region. This will improve interoperability and lower overall sustainment and training costs. This is one of the most important airpower concepts. Nearly every other idea, from developing regional training centers to hosting regional exercises, is enabled by having common platforms and systems within the region.

### 5.5 Common equipment/systems

While common platforms help to maximize training and operating efficiencies and are very important, in terms of increasing interoperability, the platform is less important than what is on it. Air forces should view their purchases as a system of systems when seeking to establish interoperability and lower overall costs. It is even more important to develop common communications architectures and ISR systems in improving overall interoperability within a regional context. This requires acquisition strategies for the support architectures that enable the platforms. Communications datalinks that can communicate securely and effectively with one another are a requirement for building interoperability between air forces.

While there are many potential solutions, it is important that countries work towards a common solution. Five air forces using five different communications or ISR sensor systems will never achieve effective interoperability, even if they fly the same aircraft. Each region could seek to establish a regional air operations center (AOC) to command and control regional airpower to meet regional challenges. An AOC will be far less costly and more effective if countries within the region have invested in common systems and platforms. Regional air force leaders could meet regularly to discuss how to improve interoperability. They could develop a regional air force acquisition strategy to present to defense and political leadership.

### 5.6 Intelligence Sharing

Air force ISR assets are key to gathering intelligence. However, the lack of intelligence agreements between countries hampers effective cooperation. In the counter-VEO fight, effective and rapid intelligence sharing is critical. Information starts going stale the moment it is gathered, especially in the counter-VEO fight where the enemy groups are constantly moving and adapting. Information that is not quickly delivered to a unit that can act on it will be worthless. Likewise, information gathered by one country on a VEO that has crossed the border into another country is useless unless shared with

that other country. VEOs are actively exploiting the lack of intelligence sharing between countries by operating in “no man’s lands” on the borders between states.

Regional blocs could seek to broker regional intelligence sharing agreements. Where this is not possible, individual country leaders could aggressively seek to form bilateral and multilateral intelligence sharing agreements with other countries within the region. National leaders need to establish the agreements that allows the timely sharing of that information to maximize its utility.

## 6 EXERCISES

In order to operate effectively cooperate, partner nations require regular combined and joint exercises. While coalition operations are critical, they are also challenging to execute well. If the first time that forces operate together is during a real operation, those forces will struggle, whether it is joint operations or combined operations. Forces that do not train together will not effectively operate together.

Each region could have at least one combined and joint exercise a year, hosted by either the African Union or the regional bloc, which includes all regional air forces. The exercise could include both a desktop war gaming element and a “live” element that includes a live fly between partner nation air forces. These exercises could start with simple scenarios (humanitarian assistance, limited VEO activity, counter-piracy) and move towards more complex scenarios (VEO threatens state). Regional organizations could start with more focus on desktop exercises with the goal of having more live exercises in the future. All three key Air Force capabilities (ISR, air mobility, light attack) could be exercised in each joint/combined exercise. They all bring their own challenges and need to be exercised together. The African Standby Force has started combined and joint exercises on a continental level and Southern Africa on a regional basis, but much more needs to be done.

## 7 FUNDING MECHANISMS

The biggest challenge in developing collaborative approaches to airpower in Africa is to determine how to fund the efforts. When an African country develops airpower, the funding is often a struggle but eventually the money can be secured. However, with collaborative approaches to airpower, the funding is shared and open to discussion and agreement. Because collaborative approaches require sharing of resources, a formalized agreement is necessary. The funding needs to be

brokered between multiple nations. With this in mind, most countries are not in an ideal position to broker collaborative agreements. Ideally, a regional organization will oversee the discussions and agreements.

The primary guiding principle is that funding is proportional and fair. When countries are pooling resources to establish a consortium or a regional training center, each country should contribute a share that reflects the return they are getting on the investment. In the absence of funding agreements, countries can formally or informally agree to trade services, but this is not the ideal. Regional and international governmental organizations are in the best position to determine overall costs and oversee funding mechanisms to ensure the hosting country is not burdened with the majority of the costs. Of course, external donor funding is also required.

## 8 TIMEFRAME

The goals set for in this concept are ambitious, yet necessary. But, this document is a concept article intended to guide regional strategy development. Each regional strategy could establish clear objectives tied to dates. Because of the nature of the operating environment, it is important that each region develop an airpower strategy in place and operationalized as soon as possible. VEOs will not wait while countries develop cooperative strategies. Each strategy could have clearly defined goals tied to dates and funding mechanisms.

A good first step for each region of Africa is to systematically determine what capabilities currently exist and where partnering opportunities can be put into function immediately. This assessment could seek to identify which countries within the region already possess comparative advantages in key air force training areas, such as pilot training, maintenance, and intelligence analysis. Each region could seek to establish a regional maintenance training center. One of the greatest problems facing African air forces is the shortfall in trained maintainers. Three regional training centers of excellence could be established. Each region could identify a process and organization to guide a shared acquisition strategy that focuses on common multi-mission aircraft and supporting systems.

Each region could commit to improving its overall mobility capacity. Whether this involves more country-level investment in airlift capacity or the development of a consortium, the key is for the countries of the region to agree to a solution, determine the appropriate funding mechanism to meet the requirement, and codify it within the regional strategy. Each country could commit to

developing a way ahead for improving its ISR capability with the goal of having new capability in place in a timely fashion. The same applies to the development of a light strike capability.

## 9 CONCLUSION

For the foreseeable future, the greatest threat in Africa is the collection of loosely affiliated VEOs that threaten state and regional security. This is the threat that could be driving air force organization, investment, and training. Civilian and military leaders and Air Chiefs need to routinely review and adjust their national airpower strategies to address this new threat within a regional context, preferably nested under a regional airpower strategy.

African air forces could seek to develop and improve three primary capabilities; ISR, air mobility, and light attack. In addition, countries need to invest in air forces' support capability, particularly in the logistics and sustainment realm. No air force will be able to develop all of the capabilities necessary to support the joint fight against these groups. However, there are a number of steps that can be taken immediately to improve air forces to meet these challenges. Air forces could immediately develop an acquisition plan centered on investing in larger numbers of multi-mission aircraft that can meet multiple requirements. A single aircraft make can form the basis of a fleet and provide nearly all of the needed capabilities.

Regional air chiefs could develop a means to effectively communicate together and establish regional training and acquisition strategies. In order to seek such synergies, US AFRICOM and especially Air Forces Africa have been promoting an association of African air chiefs for more than five years now. Regional strategies will need to be sold through defense leadership to national leadership and through the regional block and African Union.

Significant resource shortfalls will continue to be a reality for national policymakers across Africa. Because of the resource challenges, the paradigm needs to shift from each country attempting to build the capabilities to meet its own defense needs to a regional and collaborative focus that views threats, challenges and solutions in a regional context. Today's challenges are less national than regional. VEOs and criminal enterprises do not confine their activities within the boundaries of a state, and they are happy to exploit seams between states.

In sum, this African Airpower Concept has identified the principles for the development of regional airpower strategies. Today's challenges demand regional and collaborative solutions.

## REFERÊNCIAS

- BURGESS, S. F. Air War College Air Force Symposium 2009: AFRICOM, 31 March-2 April 2009, Final Report, May 28, 2009.
- BURGESS, S. F. Report on the 2013 African Airman Alumni Symposium, Maxwell AFB, Ala., Air University, June 17, 2013.
- CHIVVIS, C. S. **The French War on Al Qa'ida in Africa**. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.
- DIOP, B., PEYTON, D., MCCONVILLE, G. Building Africa's Airlift Capacity: a strategy for enhancing military effectiveness. In: **Africa Security Brief: A Publication of the Africa Center for Strategic Studies**. Washington, DC, n. 22, 2012. Disponível em: <https://africacenter.org/wp-content/uploads/2016/06/ASB22EN-Building-Africa%E2%80%99s-Airlift-Capacity-A-Strategy-for-Enhancing-Military-Effectiveness.pdf>. Acessado em: 03 mar 2020.
- DULANEY, W. Organizational Communication and African Air Forces: Building Partnerships and Capacities. Maxwell AFB, Ala., US Air Force Culture and Language Center, October 2013.
- KRULICK, J. N. Airlift in Africa: Building Operational Logistics Capability for the African Standby Force. **Army Sustainment**, 2013. Disponível em: [https://alu.army.mil/alog/PDF/JanFeb2013/Airlift\\_Africa.pdf](https://alu.army.mil/alog/PDF/JanFeb2013/Airlift_Africa.pdf). Acessado em: 01 fev 2020.
- KWIATKOWSKI, K. **Expeditionary Air Operations in Africa**. Alabama: Air University Press, 2001. Disponível em: [https://media.defense.gov/2017/May/05/2001742924/-1/-1/0/FP\\_0005\\_KWIATOWSKI\\_EXPEDITONARY\\_OPERATIONS\\_AFRICA.PDF](https://media.defense.gov/2017/May/05/2001742924/-1/-1/0/FP_0005_KWIATOWSKI_EXPEDITONARY_OPERATIONS_AFRICA.PDF). Acessado em: 12 dez 2019.
- MCCAUGHAN, R. Air Mobility Challenges in Sub-Saharan Africa. **ASPJ – Africa & Francophonie: air and space power journal**. Alabama, v. 8, n. 2, 2017. Disponível em: [https://media.defense.gov/2019/Feb/26/2002093296/-1/-1/0/JEMEEA\\_01\\_1\\_MCCAUGHAN.PDF](https://media.defense.gov/2019/Feb/26/2002093296/-1/-1/0/JEMEEA_01_1_MCCAUGHAN.PDF). Acessado em: 30 nov 2019.
- PELTIER, J. P. Air domain development in Africa; a reasonable Proposition. **Air and Space Power Journal**. Alabama, v. 23, n. 2, 2009. Disponível em: [https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/ASPJ/journals/Volume-23\\_Issue-1-4/2009\\_Vol23\\_No2.pdf](https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/ASPJ/journals/Volume-23_Issue-1-4/2009_Vol23_No2.pdf). Acessado em: 15 out 2019.
- SCHLUMBERGER, C. **Open Skies for Africa: implementing the Yamoussoukro Decision**. Washington, DC: The World Bank, 2010. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/2467/5/52000PUB0Yamo10Box349442B01PUBLIC1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. 03 dez 2019.
- SMITH, M. **Boko Haram: inside Nigeria's Unholy War**. London: Bloomsbury Publishing, 2015.
- SHAW, M., REITANO, T. **Organized crime and criminal networks in Africa**, Oxford Research Encyclopedias. Oxford: Oxford University Press, 2019.
- SPAVEN, P. **A US Air Force Strategy for Africa**. Alabama: Air University Press, 2009. Disponível em: [https://media.defense.gov/2017/Nov/21/2001847280/-1/-1/0/DP\\_0007\\_SPAVEN\\_USAF\\_STRATEGY\\_AFRICA.PDF](https://media.defense.gov/2017/Nov/21/2001847280/-1/-1/0/DP_0007_SPAVEN_USAF_STRATEGY_AFRICA.PDF). Acessado em: 30 nov 2018.
- WALL, R., SWEETMAN, B. Out of Africa. **Aviation Week & Space Technology**. Washington, DC. v. 173, n.35, 2011.
- WILLIAMS, P. **Fighting for peace in Somalia**. Oxford: Oxford University Press, 2019.

# Ferramenta MCAS: Instrumento para medir clima de segurança no ambiente de manutenção dos recursos CNS/ATM no SISCEAB

*MCAS Tool: An instrument for measuring the safety climate in the CNS/ATM resources maintenance environment in SISCEAB*

*Herramienta MCAS: Instrumento para evaluar clima de seguridad en el entorno de mantenimiento de recursos CNS / ATM en SISCEAB*

Fábio Barbosa Laureano Luiz<sup>1</sup>

## RESUMO

Este trabalho é uma comunicação de pesquisa realizada sobre fatores humanos (FH), especificamente sobre carga de trabalho, relacionados aos *Air Traffic Safety Eletronic Personnel* (ATSEP), que no Brasil são, em sua maioria, os técnicos do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), responsáveis pela manutenção dos recursos *Communications, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management* (CNS/ATM). Todos os usuários do sistema de transporte aéreo brasileiro, que vai do passageiro ao comandante da aeronave, passando pelos órgãos de controle de tráfego aéreo, pela infraestrutura de auxílios à navegação aérea e aeroportuária dependem dos recursos CNS/ATM seguros, disponíveis e confiáveis. Nesse sentido, a ferramenta *Maintenance Climate Assessment Survey* (MCAS), utilizada nos esquadrões aéreos da aviação naval dos EUA para medir clima de segurança na manutenção, foi adaptada para o cenário dos técnicos do SISCEAB, uma vez que há reduzidos estudos sobre FH relacionados a estes profissionais, responsáveis diretos pela disponibilidade e confiabilidade dos recursos CNS/ATM. Esta adaptação resultou em um instrumento com 14 questões sociodemográficas, para levantamento do perfil dos técnicos, acrescido de 41 questões sobre a percepção subjetiva de clima de manutenção. O objetivo desta comunicação é a de apresentar os resultados de 15 questões, em que participaram 214, de um total de 737 técnicos do SISCEAB expostos ao MCAS. Esta avaliação, com base psicométricas, alcançou coeficiente alfa ( $\alpha$ ) de *Cronbach* 0,814 para os itens relacionados aos aspectos de percepção subjetiva, com ênfase nas questões que

envolvem carga de trabalho desses profissionais e a relação direta com a segurança na manutenção.

**Palavras-chave:** Manutenção. ATSEP. Técnicos do SISCEAB. Fatores Humanos.

## ABSTRACT

*This work is a research communication about human factors (HF), specifically on workload, related to the Air Traffic Safety Electronic Personnel (ATSEP), which in Brazil are mostly the technicians of Brazilian Airspace Control System (SISCEAB), responsible for the maintenance of the Communications, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management (CNS / ATM) resources. All user of the Brazilian air transport system, which goes from the passenger to the aircraft commander, passing through the air traffic control agencies, the air navigation and airport infrastructure, depend on safe, available and reliable CNS/ATM. In this sense, the Maintenance Climate Assessment Survey (MCAS) tool, used in the aerial squadrons of the US naval aviation to measure the maintenance climate, has been adapted to the scenario of SISCEAB technicians, since there are very few studies on Human Factors (HF) related to these professionals, who are directly responsible for the safety, availability and reliability of CNS / ATM resources. This adaptation resulted in an instrument with 14 socio demographic questions, in order to survey the technicians profile, and more 41 on the subjective perception of the maintenance climate. This research communication objective is to present the results of 15 questions, in which 214 participated, from a total of*

I. Destacamento de Controle do Espaço Aéreo de Fortaleza (DTCEA-FZ) – Fortaleza/CE – Brasil – Mestre em Segurança da Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). E-mail: laureanofab@hotmail.com

Recebido: 11/02/20

Aceito: 30/05/20



737 technicians from SISCEAB exposed to the MCAS. This assessment, based on psychometrics, reached Cronbach's alpha ( $\alpha$ ) coefficient of 0.814 for items related to aspects of subjective perception, with an emphasis on issues involving the workload of those professionals and the direct relationship with safety in maintenance.

**Keywords:** Maintenance. ATSEP. SISCEAB Technicians. Human Factors.

## RESUMEN

Este trabajo es una comunicación de investigación realizada sobre factores humanos (FH), específicamente sobre carga de trabajo, relacionados con el Air Traffic Safety Electronic Personnel (ATSEP), quienes en Brasil son, en su mayoría, los técnicos del Sistema de Control de Tránsito Aéreo. Espacio Aéreo Brasileño (SISCEAB), responsable del mantenimiento de los recursos de Communications, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management (CNS / ATM). Todos los usuarios del sistema de transporte aéreo brasileño, que va desde el pasajero hasta el comandante de la aeronave, pasando por los órganos de control del tráfico aéreo, pasando por la infraestructura de reemplazo para la navegación aérea y aeroportuaria dependiente de recursos CNS/ATM seguros, disponibles y aplicables. En este sentido, una herramienta de Maintenance Climate Assessment Survey (MCAS), utilizada en los escuadrones aéreos de la aviación naval estadounidense para medir el clima de seguridad en el mantenimiento, ha sido adaptada al escenario de los técnicos del SISCEAB, ya que existen pocos estudios sobre FH relacionados con estos profesionales, responsable directo de la disponibilidad y confiabilidad de los recursos CNS/ATM. Esta incorporación resultó en un instrumento con 14 preguntas sociodemográficas, para relevar el perfil de los técnicos, más 41 preguntas sobre la especificación del clima de mantenimiento. El propósito de esta comunicación es presentar los resultados de 15 preguntas, en las que participaron 214, de un total de 737 técnicos del SISCEAB expuestos al MCAS. Esta evaluación, basada en psicometría, alcanzó el coeficiente alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) de 0,814 para los ítems relacionados con los aspectos de identificación, con énfasis en los aspectos que involucran la carga de trabajo de estos profesionales y la relación directa con la seguridad del mantenimiento.

**Palabras clave:** 1. Maintenance, 2. ATSEP, 3. SISCEAB Technicians, 4. Human Factors.

## 1 INTRODUÇÃO

As equipes de profissionais brasileiras que atuam na manutenção dos recursos *Communications, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management* (CNS/ATM) e na infraestrutura dos sistemas de navegação aérea, a fim de

mantê-los disponíveis e confiáveis para a atividade de controle de tráfego aéreo e para o serviço de navegação aérea, raramente são objetos de estudos e pesquisas, principalmente, no que concerne aos fatores humanos que afetam o exercício das atividades destes indivíduos.

No Brasil, estes profissionais são constituídos em sua grande maioria por militares do Comando da Aeronáutica, os quais conforme a DCA 66-3 (2017) e a DCA 66-1 (2018) são os técnicos responsáveis por executar a manutenção de equipamentos do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) (BRASIL, 2017, p. 36; BRASIL, 2018, p. 23).

Nos Estados Unidos da América, estes profissionais são conhecidos como *Airway Transportation System Specialist* (ATSS), uma vez que são responsáveis pela manutenção dos equipamentos que conformam o *National Airspace System* (NAS) (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013, p. 13).

Segundo *International Civil Aviation Organization* (ICAO) (2016) os especialistas que atuam na manutenção dos recursos CNS/ATM e na infraestrutura dos sistemas de navegação aérea podem ser denominados *Air Traffic Safety Electronic Personnel* (ATSEP).

Para Eissfeld e Gayraud (2015, p. 2545), a justificativa para reduzidos estudos relacionados aos ATSEP pode estar relacionada à falta de homogeneidade ao agrupar dados sobre esses profissionais.

Especificamente no Brasil, para a atividade de controle de tráfego aéreo, diversos estudos e pesquisas sobre fatores humanos têm ocorrido, bem como são indubitavelmente necessários, sendo que dentre os temas recorrentes, pode-se citar a carga de trabalho (OLIVEIRA, 2007), a influência da automação nos órgãos de controle (DIRICKSON, 2016) e até estudos sobre a saúde vocal (ANGELA, KARINA, 2010), porém, todos estes estudos mencionados foram dirigidos aos controladores de tráfego aéreo (ATCOs).

Este trabalho pode auxiliar o preenchimento desta lacuna, no cenário brasileiro, de reduzidos estudos sobre fatores humanos que afetam as atividades desenvolvidas pelos técnicos do SISCEAB (equivalente aos ATSEP ou ATSS) que dão o suporte para que os usuários do sistema de transporte aéreo realizem um voo seguro e eficiente, naquilo que depende dos recursos CNS/ATM e dos sistemas de navegação aérea instalados no território brasileiro.

A seguir, as principais áreas de atuação dos técnicos do SISCEAB, conforme Tabela 1, que, para alguns estudiosos, constata-se falta de homogeneidade da categoria, conforme Eissfeld e Gayraud (2015, p. 2545), quando, em verdade, são sistemas complexos que necessitam de profissionais especializados, com conhecimento e certificação, para atuar nestes recursos que compõem o CNS/ATM e viabiliza o controle de tráfego aéreo.



**Tabela 1** - Áreas de atuação dos ATSEP, dos ATSS e dos técnicos do SISCEAB.

Técnico do SISCEAB	ATSS	ATSEP
Radar	Radar	Surveillance
Auxílios à Navegação Aérea Auxílios Meteorológicos	Navigation aids	Navigation
Telecomunicações	Communications	Communication
Automação dos serviços de tráfego Aéreo e informática operacional	Automation	Data Processing
Energia Climatização	Environmental	Power Supply

Fonte: O autor.

Vale destacar que os ATSS tiveram reconhecida a sua relevância pelo então Presidente dos Estados Unidos da América, Sr. Barack Obama, no ano de 2013, por ocasião da aprovação do orçamento da *Federal Aviation Administration* (FAA) para aquele ano.

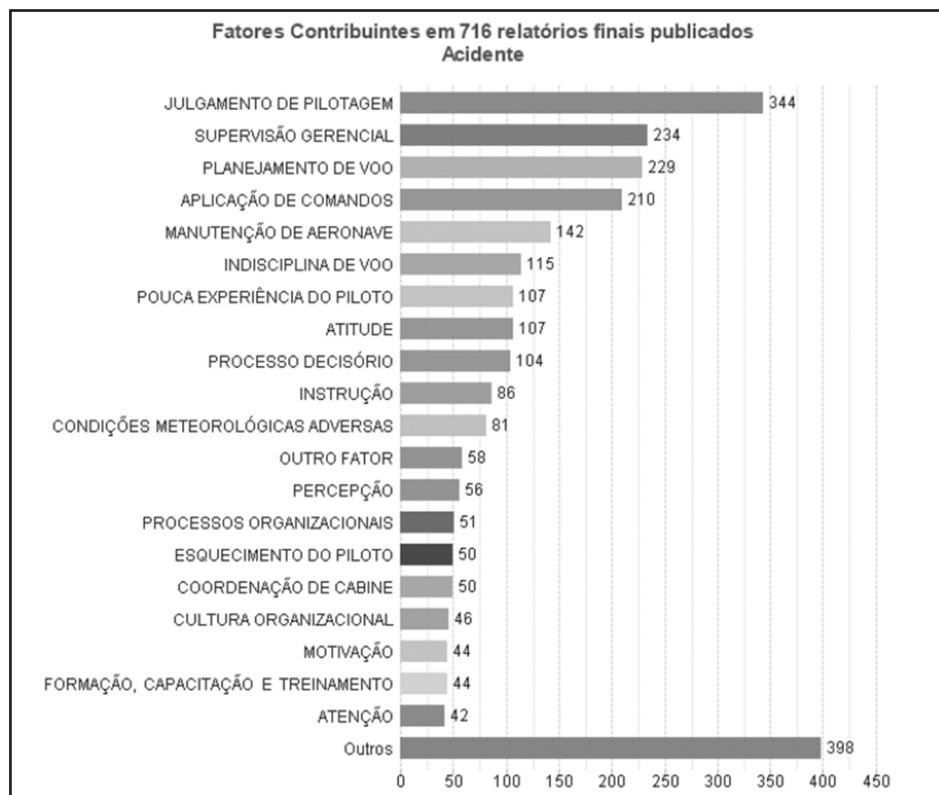
Em seu discurso, o Presidente Obama reconheceu a importância dos especialistas que trabalham para realizar manutenções preventivas e reparar equipamentos, pois tinha conhecimento de que as inoperâncias imprevistas de equipamentos e sistemas poderiam resultar em atrasos no NAS, impactando negativamente o setor do transporte aéreo (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2013, p. 12).

Segundo Lepage (2017), oficial de ligação da *International Federation of Air Traffic Controllers' Associations* (IFACTA) na

ICAO, por ocasião das comemorações do dia do ATSEP, no ano de 2017, escreveu: “Desde que o controle de tráfego aéreo existe, ATSEP e ATCO trabalham lado a lado. Sem ATSEP, não haveria controle de tráfego aéreo. Os ATSEP são a espinha dorsal dos nossos sistemas ATS”.

De acordo com Santos, Almeida e Farias (2018), no sumário estatístico de acidentes aeronáuticos, período 2008 a 2017, conforme Figura 1, não constam mensurados fatores contribuintes para a ocorrência de acidentes aeronáuticos, com aviões, no Estado Brasileiro, com relação direta à infraestrutura de controle de tráfego aéreo e à infraestrutura de navegação aérea ou, até mesmo, envolvendo o “pessoal de manutenção” do SISCEAB.

**Figura 1** - Fatores Contribuintes na Incidência de Acidentes com Aviões – 2008 a 2017 (SANTOS et al, 2018)



Fonte: O autor.

No entanto, em outros países há registros de acidentes diretamente associados com a atividade do ATSEP, mesmo sendo acidentes históricos, serão descritos a seguir, pois há relação com a atividade do ATSEP e com o ambiente de manutenção dos recursos CNS/ATM no SISCEAB, principalmente em caso de falhas.

Portanto, havendo uma possibilidade de existência de condições de falhas latentes, que possa contribuir para a ocorrência de um acidente aeronáutico, ela deve ser mitigada e, para isso, toma-se como base, os exemplos trágicos de acidentes aeronáuticos que envolveram a infraestrutura CNS/ATM em outros países, ou seja, com relação direta com os ATSEP. Ademais, os fatores humanos associados a estes acidentes servem de alerta, para que não ocorram eventos da mesma natureza, bem como para ressaltar a importância da infraestrutura técnica, que dá suporte ao sistema de transporte aéreo e os seus respectivos elos, na manutenção de equipamentos e/ou sistemas, como barreiras de defesa. A seguir, alguns exemplos e as lições aprendidas:

a) Em Ueberlingen – Alemanha: Em 01 JUL 2002, às 21:35h, ocorreu a colisão em voo entre as aeronaves Tupolev TU154M e Boeing B757-200, resultando em 71 vítimas fatais, não houve sobreviventes. Como lições aprendidas foram feitas 2 (duas) recomendações no relatório de investigação do acidente, dentre o universo de 21 (vinte uma), relacionadas à infraestrutura CNS/ATM, especificamente para os equipamentos de radar (Vigilância) e de telefonia (Telecomunicações), que poderiam ter sido uma barreira de defesa para evitar o acidente (BUNDESSTELLE FÜR FLUGUNFALLUNTERSUCHUNG BFU, 2004).

b) Ilha de Guam – Território sob a responsabilidade dos Estados Unidos da América: Em 06 AGO 1997, às 01:42h, ocorreu a colisão da aeronave Boeing 747-300 com o terreno, resultando em 228 vítimas fatais e 26 sobreviventes. Não houve recomendações no relatório de investigação do acidente, para os responsáveis pela infraestrutura CNS/ATM do aeródromo de Guam. No entanto, devido a uma inoperância do sistema de pouso por instrumentos do aeródromo, ou seja, nos Auxílios à Navegação, devidamente informada nos meios disponíveis e de acesso aos aeronavegantes, aliada à desatenção do piloto foi um dos fatores contribuintes para

o acidente (NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD, 2000).

c) Milão – Itália: Em 08 OUT 2001, às 08:10h, ocorreu a colisão em solo entre as aeronaves Boeing MD-87 e Cessna 525-A, resultando em 114 vítimas fatais que se encontravam nas aeronaves e 4 vítimas fatais que estavam nas imediações do local do acidente. Como lições aprendidas foram feitas 2 (duas) recomendações no relatório de investigação do acidente, dentre o universo de 12 (doze), relacionadas à infraestrutura CNS/ATM, especificamente para os equipamentos de rádio telecomunicações e radar de solo para emprego em baixa visibilidade (AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DEL VOLO, 2004).

De acordo com documento A39-WP/298, originado da 39ª assembleia, destinado a comissão técnica, na ICAO, com data de 25 de agosto de 2016, revelou que as investigações dos acidentes, como Ueberlingen, Korean Air no GUAM e no Aeroporto de Linate, demonstraram a forte relação de segurança entre os sistemas do CNS e as tarefas do ATSEP (ICAO, 2016).

Oportunamente, no que tange às falhas, que possam afetar o sistema de controle de tráfego aéreo, ou ainda, o sistema CNS/ATM, comprometendo assim a segurança da aviação e a aeronavegabilidade continuada, colocando em risco à vida dos usuários do transporte aéreo pode-se citar a participação dos ATSEP, como barreiras de defesa, segundo modelo Reason (2000a), nos exemplos a seguir.

a) De acordo com a ICAO (2016) após a sabotagem em 2015 no ATC Center de Chicago, a equipe de técnicos ATSEP foram os primeiros a serem autorizados acessar às instalações do ACC, a fim de acelerar a substituição da rede central de comunicações, de modo a restaurar o serviço de controle de tráfego aéreo de Chicago (ICAO, 2016, p. 2);

b) Em 26 de setembro de 2014, um funcionário contratado pela FAA iniciou deliberadamente um incêndio que destruiu equipamentos críticos da FAA relacionados à Infraestrutura de Telecomunicações no Centro de Controle de Tráfego Aéreo Chicago 1 da FAA (Chicago Center) em Aurora, IL. Este equipamento era responsável para fornecer

comunicações críticas, de voz e dados, que suportam as operações de tráfego aéreo nas instalações da FAA em todo o país (UNITED STATES, 2018).

Devido ao dano, o Chicago Center foi incapaz de controlar o tráfego aéreo por mais de duas semanas, milhares de voos atrasaram e foram cancelados pousos e decolagens para os aeroportos de Chicago O'Hare e Midway, e as partes interessadas na aviação e as companhias aéreas tiveram prejuízos de mais de 350 milhões de dólares (UNITED STATES, 2018).

c) Para não deixar de citar um exemplo ocorrido no Brasil, de acordo com Pamplona e Linhares (2018), em 21 março de 2018, as regiões Norte e Nordeste do Brasil, tiveram um apagão no sistema de fornecimento de energia elétrica, devido falha na linha de transmissão na usina de Belo Monte, no Pará, que interrompeu o fornecimento de energia em todos os estados do Nordeste, além de Amazonas, Pará, Tocantins e Amapá (PAMPLONA; LINHARES; 2018).

Devido à resiliência, à redundância e à robustez dos sistemas CNS/ATM do SISCEAB, bem como às manutenções preventivas e corretivas, rotineiramente, realizadas pelos técnicos do SISCEAB, conforme previsto na DCA 66-3 (2017), e ainda, as equipes técnicas (pessoal de manutenção) de prontidão diuturna, não ocorreram relatos na mídia de nenhuma interrupção nos serviços CNS/ATM, em especial, de comunicação e de vigilância radar, entre os pilotos e os controladores de tráfego aéreo nos aeroportos das regiões afetadas do Norte e Nordeste brasileiro.

Os exemplos citados acima demonstram a relevância dos ATSEP, como barreiras de defesas, conforme modelo Reason (2000a), como evidenciado nas atuações das equipes técnicas da FAA (ATSS) para restabelecer os sistemas CNS/ATM, nos casos dos exemplos “a” e “b”, ou do pessoal de manutenção do SISCEAB, para manter estes mesmos sistemas em condições ótimas e com elevada resiliência, como no exemplo “c”, a despeito de eventos externos.

Considerando a criação da empresa pública NAV BRASIL Serviços de Navegação Aérea S.A., através da publicação da Lei nº 13.903, de 19 novembro de 2019, que em seu Art. 8º descreve:

A NAV Brasil, em atendimento ao interesse coletivo, terá por objeto implementar, administrar, operar e explorar industrial e comercialmente a infraestrutura aeronáutica destinada à prestação de serviços de navegação aérea que lhe for atribuída pelo Comandante Aeronáutica (BRASIL, 2019).

Esta recente criação da NAV Brasil vai ao encontro das recomendações contidas no estudo do setor de transporte aéreo do Brasil realizado pela McKinsey e Company, em 2010, para que fossem evitados que as atividades de execução, fiscalização e regulação estivessem concentradas em uma mesma entidade, neste caso, DECEA – Comando da Aeronáutica (MCKINSEY et al, 2010, p. 24).

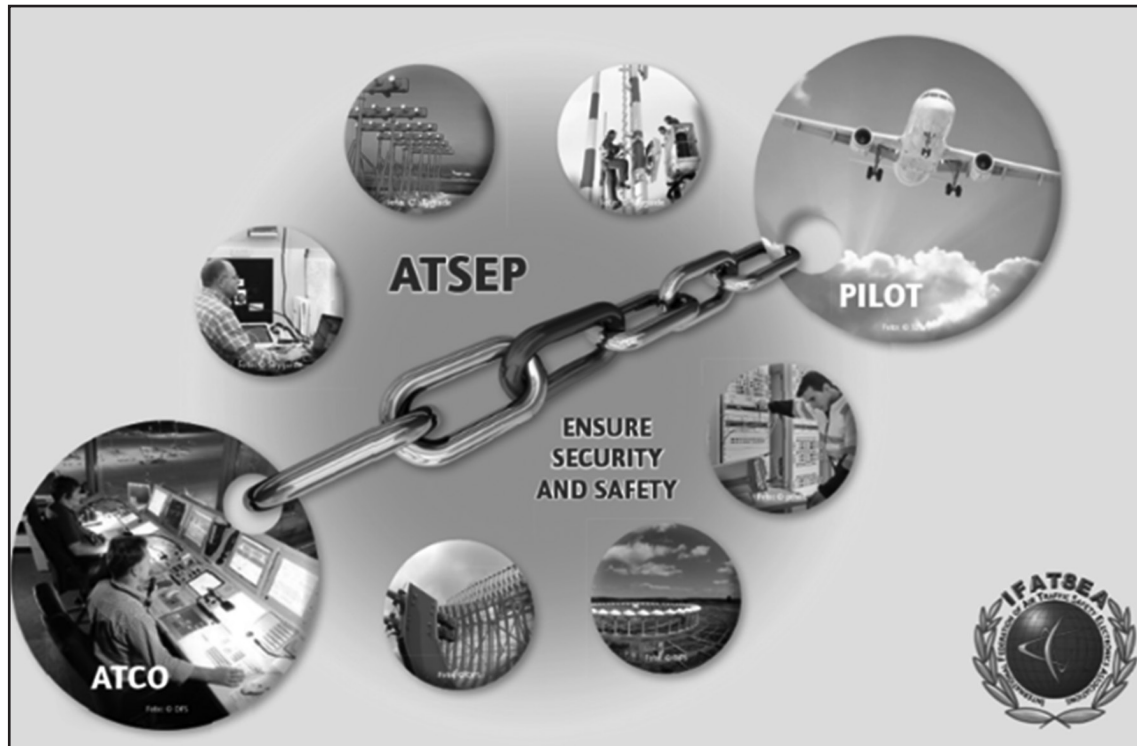
Considerando também, o momento em que vive o Comando da Aeronáutica, de reestruturação e preparação para os 100 anos de Força Aérea em 2041 (Força Aérea 100), uma vez que na DCA 11-45 foi delineado os recursos humanos como item crítico, que influencia diretamente as organizações, na gestão de pessoal, no treinamento coletivo, em sistemas, em suprimentos, em equipamentos, no suporte, no comando e na gestão, como um todo, na FAB (BRASIL, 2018a, p. 23).

Isto posto, este trabalho utilizou-se da ferramenta *Maintenance Climate Assessment Survey* (MCAS) como uma proposta para medir clima de segurança no ambiente de manutenção dos recursos CNS/ATM do SISCEAB, obtendo-se, inclusive, os fatores humanos que afetam os técnicos do SISCEAB, principalmente neste momento de criação da empresa pública NAV BRASIL e de Força Aérea 100.

Dentre os Fatores Humanos que afetam os ATSEP do SISCEAB, a carga de trabalho, recebeu maior enfoque, uma vez que, segundo Frutuoso e Cruz (2005), o termo carga de trabalho relaciona-se com uma tensão permanente entre as exigências do processo relacionado ao trabalho e as capacidades biológicas e psicológicas dos trabalhadores para atenderem a demanda deste processo, sendo a sobrecarga ou subcarga um dos entes desta relação (FRUTUOSO; CRUZ, 2005).

Os ATSEP, na qual os técnicos do SISCEAB estão inclusos, são um dos elos responsáveis pela segurança do controle de tráfego aéreo e navegação aérea, dentro do conjunto de barreiras de defesa, conforme define modelo Reason (2000a), sendo que a Figura 2 ilustra bem esta condição.

Figura 1 - Atuação do ATSEP (IFATSEA, 2019).



Fonte: O autor.

Neste sentido, o objetivo desta comunicação é a de apresentar os resultados obtidos na aplicação da ferramenta MCAS, relativos à percepção subjetiva sobre a carga de trabalho dos ATSEP do SISCEAB.

## 2 BASES TEÓRICAS

### 2.1 Human Factors Analysis and Classification System - Maintenance Extension – HFACS-ME

De acordo com o Doc 9683-AN/950, é importante otimizar a relação entre as pessoas e as suas atividades, pela aplicação sistemática das ciências humanas, integradas no ambiente de trabalho, com o alcance da plena efetividade, considerando segurança

e eficiência, e o bem-estar do indivíduo, definindo, assim, Fatores Humanos no ambiente de manutenção (ICAO, 1998).

Conceitos sobre falhas latentes e falhas ativas foram estruturados no HFACS-ME, que segundo Schmidt, Lawson e Figlock (199-?), com o enfoque voltado à manutenção, conforme Reason (2000a) estas falhas quando combinadas entre si, podem resultar em um acidente aeronáutico.

O HFACS-ME se originou do HFACS, este por sua vez, de acordo com Shappell e Wiegmann (2000), após compilação dos resultados dos estudos de mais de 300 acidentes na Aviação Naval dos Estados Unidos. O HFACS-ME estrutura-se conforme Tabela 3.

Tabela 3 - HFACS-ME.

FALHAS LATENTES E/OU FALHAS ATIVAS			
ATOS INSEGUROS DO MANTENEDOR	CONDIÇÕES DE TRABALHO	CONDIÇÕES DE QUEM EXECUTA A MANUTENÇÃO	CONDIÇÕES DA GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO
(Falhas ATIVAS – Ocorre na ponta da linha, ou seja, na execução da manutenção)	(Falhas LATENTES – Ocorre no ambiente da manutenção)	(Falhas LATENTES – Ocorre com o pessoal de manutenção)	(Falhas LATENTES – Ocorre na gerência)

Fonte: O autor.



Pelo HFACS-ME pode-se perceber que as condições em que são gerenciadas a manutenção, bem como as do mantenedor e as do ambiente de trabalho são consideradas como passíveis de gerarem falhas latentes e eventuais atos inseguros do mantenedor como falhas ativas (SCHMIDT; LAWSON; FIGLOCK, [199-?]).

Neste sentido, os técnicos do SISCEAB podem ser analisados sob os aspectos HFACS-ME para verificação dos fatores humanos que afetam as atividades destes profissionais na manutenção, em prol da segurança da aviação.

## 2.2 Maintenance Climate Assessment Survey – MCAS

Para Robinson (2014) o MCAS é utilizado para fornecer uma medida da capacidade de uma organização de conduzir operações com segurança, em termos de liderança, cultura, políticas, padrões, procedimentos e práticas, com foco centralizado na manutenção (FIGLOCK, 2004, apud ROBINSON, 2014).

Robinson (2014) mencionou também que o MCAS é uma das 14 pesquisas de avaliação de clima usadas dentro do Departamento de Defesa, dos Estados Unidos da América, que reserva o anonimato das respostas dos participantes, confidencialidade organizacional e o acesso restrito aos resultados.

De acordo com Brittingham (2006), a aviação naval dos Estados Unidos da América é uma atividade inerentemente perigosa. Praticamente todas as plataformas de aeronaves do inventário da Marinha e do Corpo de Fuzileiros Navais sofreram alguma falha resultante de fatores como erro humano, falha de material ou erro de manutenção.

Ainda, Brittingham (2006), à luz das muitas demandas de segurança e relatórios pós-acidente, mencionou que a Escola Naval de Segurança da Aviação, da Estação Naval de Pensacola, Flórida, desenvolveu e implementou duas pesquisas, on-line, em julho de 2000.

Essas duas pesquisas foram: a *Command Safety Assessment* (CSA) e a *Maintenance Climate Assessment Survey* (MCAS), que foram elaboradas para permitir que a Marinha e o Corpo de Fuzileiros Navais avaliassem o clima dos esquadrões de aviação em todo o espectro da plataforma (BRITTINGHAM, 2006).

MCAS foi adotado no presente trabalho devido a sua aplicação direcionada ao pessoal de manutenção, conforme proposto por Baker (1998), que iniciou os primeiros trabalhos de pesquisa de avaliação de clima organizacional com os profissionais que atuavam na manutenção da aviação naval americana.

Conforme Brittingham (2006), os resultados do MCAS nos esquadrões da aviação naval americana, quando analisados e discutidos em *workshops*, propiciaram melhorias significativas no clima de manutenção, ou seja, no clima organizacional que ocorre na manutenção. Por conseguinte, trazendo relevantes melhorias nas condutas de manutenção.

Dentre as principais evidências dessas melhorias, destaca-se o fato de que em 99 esquadrões da aviação naval americana que discutiram em *workshops* melhorias para os dados colhidos no MCAS, ocorreram apenas 5 acidentes, em um período de dois anos, ao ser comparados com 172 esquadrões que não discutiram os dados obtidos nos MCAS, uma vez que obtiveram uma taxa 67 acidentes para o mesmo período (BRITTINGHAM, 2006, p. 15).

Hernandez (2001) menciona em seus estudos que o MCAS possui seu instrumento constituído com base no *Model of Organizational Safety Effectiveness* (MOSE) – Modelo de Eficácia da Segurança Organizacional –, cujas perguntas estão correlacionadas a seis aspectos deste modelo, como: Auditoria de Processos; Sistema de Recompensas; Controle de Qualidade; Gerenciamento de Risco; Comando e Controle; e Comunicação ou Relações Funcionais.

O MOSE foi estabelecido na aviação naval americana, para o alcance do conceito *High Reliability Organization* (HRO) – Organização de Alta Confiabilidade –, conforme Hernandez (2001), uma vez que a aviação naval é um HRO, organização de alta confiabilidade, devido à missão e os ambientes serem extremamente voláteis (Brittingham, 2006).

Segundo Hernandez (2001) pesquisas sobre HRO indicam que elas são organizações dinâmicas e complexas, mas não são imunes a tendências inseguras. Acidentes acontecerão independentemente do tamanho, estrutura e natureza de uma organização. Com os HROs, os acidentes tendem a acontecer com menos frequência, mas tendem a serem maiores quando ocorrem, menciona Hernandez (PERROW, 1984, apud HERNANDEZ, 2001).

Ao usar medidas reativas, como a análise de erros e medidas proativas para identificar condições patogênicas, os HROs podem trabalhar no sentido de eliminar os acidentes (REASON, 1997, apud HERNANDEZ, 2001).

Dentre os HRO, estão inclusos porta-aviões nucleares, usinas geradoras de energia nuclear, centros de distribuição de redes de energia, sistemas de controle de tráfego aéreo, operações de aeronaves, departamentos de emergência hospitalar, equipes de



negociação de reféns, equipes de combate a incêndios (Departamento de Energia, 2004, para. 2, apud BRITTINGHAM, 2006).

O Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) possui o perfil de uma Organização de Alta Confiabilidade (HRO - High Reliability Organization), com base em Brittingham (2006).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 Processo de Elaboração do MCAS

Neste trabalho, que trata de uma comunicação de pesquisa, foi utilizada uma adaptação do instrumento MCAS - *Maintenance Climate Assessment Survey* -, inicialmente empregado por Baker (1998) para avaliar o clima de manutenção dos mantenedores da aviação naval dos Estados Unidos da América.

De acordo com Günther (2003), instrumento e questionário são considerados sinônimos. Portanto, o MCAS a partir de então, será mencionado como questionário, ou ainda, como instrumento.

Günther (2003) menciona que o questionário viabiliza o levantamento de dados por amostragem. Sendo que *survey*, termo inglês geralmente traduzido como levantamento de dados, como “método para coletar informações de pessoas acerca de suas ideias, sentimentos, planos, crenças, bem como origem social, educacional e

financeira” (FINK; KOSECOFF, 1985, p.13, apud GUNTHER, 2003).

Segundo Borges, Balbinotti e Teodoro (2010) uma adaptação bem feita pode reduzir os vieses da cultura da qual o instrumento original provém. Neste processo, foi aplicada a técnica de tradução reversa (*back-translation*), validação de conteúdo (BORGES; BALBINOTTI; TEODORO, 2010) e procedimentos estatísticos para inferências.

Tomando com base Günther (2003), para a elaboração de um instrumento para “*survey*” observou-se a necessidade de:

- a) conhecer as bases conceituais e populacionais;
- b) conhecer o contexto social em que será aplicado o instrumento;
- c) estabelecer a estrutura lógica do instrumento;
- d) estabelecer os elementos do instrumento (as questões e os itens); e
- e) a forma de aplicação do instrumento.

Isto posto, no questionário MCAS adaptado ao pessoal do SISCEAB e submetido ao processo de validação foram considerados os seguintes aspectos, conforme Tabela 2.

As questões de caráter demográfico, inseridas no MCAS aplicado ao pessoal do SISCEAB, são diferentes do original aplicado aos mantenedores da aviação naval americana, em virtude do contexto sócio-técnico, uma vez que o primeiro atua na manutenção dos equipamentos CNS/ATM e o segundo na manutenção de aviões e/ou helicópteros.

**Tabela 2** - Critérios seguidos para adaptação e validação do MCAS.

Critérios *	Situação
Bases conceituais e populacionais	Fatores Humanos contidos no Cap. 14 do Doc 7192 AN/857 aplicáveis aos ATSEP (ou pessoal de manutenção do SISCEAB)
Contexto social	Técnicos do SISCEAB que atuam nos 76 DTCEA e 1 DTS disposto no território brasileiro
Estrutura Lógica	41 questões de percepção subjetiva e 14 questões demográficas
Elementos do Instrumento	Questões fechadas, Tradução reversa**, uso da Escala Likert, validação de conteúdo e questionário piloto com avaliação de juízes**
Forma de Aplicação	E-mail e contato telefônico para apresentação e, essencialmente, aplicação através do <i>googleforms</i>

Fonte: O autor.

\* Critérios estabelecido por Günther (2003); e

\*\* Estabelecido por Borges, Balbinotti e Teodoro (2010).

Do questionário MCAS original, utilizado por Robinson (2014), foram aproveitados 10 (dez) questões, de forma que seus constructos se associam aos fatores humanos que afetam os ATSEP – o equivalente do pessoal de manutenção do SISCEAB – de acordo com o Doc 7192 AN/857, da ICAO de 2011. Os fatores humanos, conforme Doc da ICAO, que afetam os ATSEP, são: conhecimentos e habilidades (licenças e habilitações), psicológicos, saúde (fadiga), social e organizacional, comunicação, “*stress*”, erro humano e “*workload*”. Este último, a ênfase deste trabalho.

As questões escolhidas foram submetidas às técnicas de tradução reversa e aos procedimentos de validação de conteúdo. As demais questões do instrumento MCAS não foram aproveitadas por serem muito peculiares e intrínsecas às atividades desenvolvidas na aviação naval americana.

Dessa forma, foram elaborados novos itens para o instrumento com vistas a serem aplicados ao pessoal de manutenção do SISCEAB, que atuam nos 76 (setenta e seis) Destacamento de Controle do Espaço Aéreo (DTCEA) e 1 (um) Destacamento de Telecomunicações e Satélite (DTS), distribuídos no território nacional (BRASIL, 2015).

Neste processo, foram elaborados 31 (trinta e um) itens do questionário, que também foram correlacionados com os fatores humanos associados ao pessoal de manutenção do SISCEAB (ou ATSEP), conforme já mencionados neste Capítulo, de acordo com os fatores apresentados no Doc 7192 AN/857.

Desta maneira, 41 (quarenta e uma) questões tratam exclusivamente da percepção subjetiva do clima de manutenção, para que de acordo com Günther (2003) o levantamento de dados por amostragem, ou *survey*, assegure melhor representatividade da população de técnicos mantenedores do SISCEAB.

Tal medida foi feita, seguindo recomendações de Brittingham (2006), que em seus estudos, comentou a necessidade de inclusão no MCAS de formulações de ordem psicométricas, bem como de Stanley (2000), que afirma que o MCAS pode ser modificado para avaliar clima de manutenção em outras atividades militares, ajustando os itens para adequar-se a essas atividades específicas.

O questionário MCAS foi elaborado com questões fechadas e seguiu recomendações da Resolução nº 466 (BRASIL, 2012) do Conselho Nacional de Saúde, que regula atividade de pesquisas tecnocientíficas e éticas com seres humanos.

Como um dos principais recursos e métodos para inferência, para obtenção dos resultados do MCAS, realizado o emprego de procedimentos estatísticos

para cálculo amostral, considerando a estimativa da população de técnicos que atuam nos DTCEAs, cálculo do coeficiente alfa ( $\alpha$ ) de Cronbach para verificação da confiabilidade do instrumento MCAS e realização de testes de hipóteses (proporção), com o auxílio do software Microsoft Excel 2016 e o software R, versão 3.5.1.

Os dados do MCAS foram colhidos através da plataforma *googleforms* e disponíveis: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeoBE7qUAUPUUiE\\_zozgO3As1og0jsPG5TweMrOOlvz2pHHbg/closedform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeoBE7qUAUPUUiE_zozgO3As1og0jsPG5TweMrOOlvz2pHHbg/closedform)), tendo ocorrido no período entre 19/10/2018 a 19/11/2018.

### 3.2 Amostra e coleta de dados

O tamanho da amostra calculada, com nível de confiança de 90%, foi de 198,1, arredondado para 199, tendo em vista a população finita de 737 técnicos do SISCEAB, com atuações nos DTCEAs, que foram apresentados ao MCAS, por e-mail, para participarem do *survey*.

A técnica de amostragem (OLIVEIRA, 2001) foi a combinação de uma amostragem não-probabilística (conveniência ou acidental), pelo fato de não ser pública a informação exata da população de técnicos que atuam nos DTCEA, com tratamentos de dados, tipicamente utilizados em amostragem probabilística (aleatória simples), uma vez que 737 técnicos foram submetidos ao instrumento e, oportunamente, 214 técnicos responderam ao questionário MCAS.

Para assegurar a confiabilidade dos resultados obtidos do instrumento MCAS, foi calculado o coeficiente  $\alpha$  de Cronbach, com base nos resultados dos avaliadores. Neste trabalho o alfa ( $\alpha$ ) de Cronbach encontrado das 41 questões do instrumento, relacionadas aos aspectos de percepção subjetiva, foi de 0,814.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 MCAS aplicado aos técnicos do SISCEAB – Aspectos demográficos

Através do MCAS pode-se conhecer o perfil dos técnicos do SISCEAB no que tange à faixa etária, ao gênero, ao grau de escolaridade, ao tempo de serviço na Força Aérea Brasileira, como também, se o técnico atua ou não na função.

Assim, obtém-se um levantamento raramente observado em pesquisas científicas nacionais sobre os ATSEP que atuam no SISCEAB, em que mais de 60 %

encontram-se acima dos 36 anos de idade. Nesse sentido, observa-se reduzido fluxo de entrada de profissionais de faixa etária entre 18 a 25 anos para atuação na área CNS/ATM.

Da amostra pesquisada, valores superiores a 90% do sexo masculino são constatados, quanto ao gênero dos profissionais que atuam na manutenção dos recursos que dão suporte à atividade de controle de tráfego aéreo e auxílios à navegação aérea, revelando-se oportunidades profissionais para as mulheres nessa atividade profissional.

Dentre os profissionais do SISCEAB que participaram do MCAS, que atuam na manutenção dos recursos CNS/ATM 23,83% possuem o ensino médio, exigência mínima para o exercício deste profissional. Mesmo sendo uma atividade de nível técnico, observa-se que mais de 50% possuem ensino superior completo ou incompleto, sendo verificado ainda que 7,48% possui pós-graduação.

Quanto ao tempo de serviço, tendo em vista que os ATSEP do SISCEAB são, em sua maioria, militares do Comando da Aeronáutica, verifica-se reduzido quantitativo de profissionais com até 10 anos de serviço (19,16%). Isto demonstra que a pirâmide está invertida, pois há mais técnicos experientes, acima de 21 anos de serviço (43,46%), no topo da pirâmide, do que técnicos em formação na sua base.

Este autor denomina este fato como a síndrome da pirâmide invertida. Se, por um lado, em curto prazo, ter muitos técnicos experientes é importante, em longo prazo, à medida que os técnicos experientes vão para a reserva remunerada, esta situação torna-se preocupante, pois é fundamental que haja uma transição dos conhecimentos, das experiências e das vivências para os técnicos mais novos, que, neste cenário, revela-se estar em quantidade reduzida.

Quanto à existência de militares em atuação na função, observou-se que 7,01% não exercem a função específica de técnico do SISCEAB, o que significa que ainda existe a possibilidade de capacitação desses profissionais para atuar na manutenção da disponibilidade e confiabilidade dos recursos CNS/ATM do DECEA.

Através do MCAS, dentre a amostra pesquisada, observou-se a distribuição hierárquica dos participantes, sendo 16,36% (Suboficiais), 35,51% (Primeiro-Sargentos), 26,17% (Segundo-Sargentos) e 21,96% (Terceiro-Sargentos). E as especialidades desses militares foram: a) 46,73% - Especialistas em Eletrônica (BET - Básico em Eletrônica), b) 25,70% - Especialistas em Eletricidade (SEL - Serviços em Eletricidade), c) 17,76% - Especialistas em Comunicações (BCO - Básico em Comunicações) e d) 9,81% - Especialistas em Eletromecânica (SEM - Serviços em Eletromecânica).

Verifica-se o predomínio de profissionais da área de eletrônica e eletricidade, uma vez que os recursos CNS/ATM estão intrinsecamente associados às tecnologias, que têm como suporte para o seu funcionamento os recursos de eletrônica, tecnologia de informação e eletricidade.

Destaca-se que os técnicos do SISCEAB atuam, predominantemente, nos DTCEAs (Destacamentos de Controle do Espaço Aéreo) e nos CINDACTAs (Centros Integrados de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo), distribuídos pelo território nacional, na manutenção de infraestrutura críticas do CNS/ATM, que além de colaborarem para a segurança da aviação, contribuem, também, para a segurança nacional, como, por exemplo, mantendo disponível e confiável um radar de vigilância de defesa aérea.

No que tange às características dos certificados de habilitações técnicas para atuação na manutenção dos equipamentos e sistemas que conformam a infraestrutura de controle de tráfego aéreo e de navegação aérea foram obtidos os seguintes dados, através do MCAS, que trouxe à luz, por exemplo, que mais de 50% dos ATSEP atuam em mais de 5 (cinco) equipamentos/sistemas. Constatase, também que, mais de 50% dos técnicos atuam em áreas distintas e, ainda, que 10,28% dos participantes do MCAS revelaram que não possuem Habilitação Técnica. Revelando-se, assim, oportunidades de melhorias no processo de capacitação desses profissionais.

Por fim, dos aspectos demográficos verificou-se a participação de ATSEP de todos os Centros Regionais, com significativa participação de técnicos do Primeiro Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego (CINDACTA I). Nota-se que, dentre os profissionais que participaram do MCAS, 84,11% cumprem escalas técnicas de sobreaviso. Estas escalas, normalmente, significam, quando nos finais de semanas ou feriados, que o técnico fique à disposição, para qualquer acionamento técnico, com vistas ao restabelecimento de alguma eventual inoperância técnica de equipamentos/sistemas do CNS/ATM, fato este que pode influenciar na percepção da carga de trabalho do profissional.

## 4.2 MCAS – Percepção subjetiva dos Técnicos do SISCEAB

Apresentam-se neste artigo apenas 15 (quinze) itens do MCAS com relação à percepção dos técnicos sobre carga de trabalho, em que foi realizado teste de proporcionalidade exclusivamente para estes itens, a fim de verificar o comportamento das proporções entre discordantes e concordantes, considerando como parâmetro, nível de confiança de 95%, nível de

significância de 0,05, sendo os resultados encontrados, com valores de  $p < 0,01$ .

A seguir, são apresentadas as questões e as respectivas percepções dos técnicos do SISCEAB. Em sua maioria, dentre os respondentes, tiveram posicionamentos concordantes aos questionamentos, com exceção para as questões 11, 13 e 26.

Na Questão 3 foi observado que 63,1% concordaram que “a manutenção assistida ou remota é uma opção para reduzir a carga de trabalho dos técnicos do SISCEAB e, principalmente, para evitar os longos deslocamentos entre as diversas cidades brasileiras, dada a dimensão continental do Brasil”.

Na questão 10, quando o técnico foi questionado se “rotineiramente, o seu ambiente de trabalho sofre interferência de eventos externos, que afetam a sua performance nos serviços de manutenção, como por exemplo: formaturas, escalas, representações, serviço armado, dentre outros”, constatou-se que 79,4% concordaram que sim.

Na questão 19 o técnico foi questionado se “costuma trabalhar número de horas superior ao cumprido pelo pessoal do expediente administrativo e, quiçá, operacional”, 71,9% dos respondentes acreditam que sim.

A questão 27 buscou verificar se “a participação em escalas de Sobreaviso Técnico oneram o tempo do técnico com a família, o seu tempo livre e, ainda, se muitas vezes nem é considerado como hora efetiva de trabalho, mesmo que o técnico tenha ficado em “stand-by”, 80,9% dos respondentes disseram que sim”.

Na questão 28, diante do questionamento se o técnico “acredita que a ausência de regulamentação específica, no âmbito do SISCEAB, como possui o pessoal operacional (Controlador de Tráfego Aéreo, Meteorologistas, entre outros), sobre a carga de trabalho ou a rotina de trabalho faz com que a carga de trabalho do pessoal de manutenção fique elevada, 81,3% dos respondentes acreditam afirmativamente.

A questão 29 verificou se o técnico “possui condições de trabalho adequadas para solucionar inoperâncias de equipamentos/sistemas, como: ferramentas, material de apoio, suprimento técnico, manuais, apoio de viatura, entre outros, em sua localidade, ou seja, no seu local de trabalho”, ficando evidenciado que 59,8% concordaram que sim.

Na questão 30 o questionamento foi se o técnico “possui condições de trabalho adequadas para solucionar inoperâncias de equipamentos/sistemas, como: ferramentas, material de apoio, suprimento técnico, manuais, apoio de viatura, entre outros, em localidade diversa do seu local de trabalho (Por exemplo: EACEA -

Estação de Apoio ao Controle do Espaço Aéreo - e KT's - Casas de Telecomunicações - isoladas), sendo que 44,4% foram concordantes. Entretanto houve 29,9% que se mantiveram neutros e 25,7% discordaram. Não obstante a maioria dos técnicos entenderem que há condições adequadas de trabalho, quando se realiza manutenção fora de sua localidade usual de trabalho, este resultado evidencia-se que há oportunidades de melhorias a serem implementadas, em virtude do equilíbrio entre os que se mantiveram neutros e discordaram, ante a esta questão.

Na questão 34 foi perguntado se o técnico “sente a necessidade de melhorias nas condições de trabalho, principalmente, para mitigar a possibilidade do erro humano”, sendo que 81,8% concordaram que sim.

A questão 39 buscou identificar se o técnico “acredita que a carga de trabalho ou a rotina de trabalho do técnico do SISCEAB está cada dia mais elevada”, 84,1% concordaram que sim. Um dos resultados mais expressivos, que evidencia a necessidade de um olhar mais apurado para as questões de carga de trabalho relacionadas aos serviços prestados pelos técnicos do SISCEAB, como por exemplo, a identificação de quais aspectos relacionados à execução das tarefas associadas à manutenção estão influenciando nesse aumento.

Na questão 40 foi perguntado se “o crescimento do número de equipamentos/sistemas, devido à modernização dos recursos CNS/ATM, como rede ATN-Br, a automação das atividades para o pessoal operacional (Controlador de Tráfego Aéreo, Meteorologistas, entre outros), fez com que a carga de trabalho do pessoal técnico ficasse mais elevada”, sendo que 72,9% dos respondentes disseram sim ao item.

Na questão 41, os técnicos foram questionados se “as empresas eventualmente contratadas para suporte logístico podem contribuir para uma carga de trabalho mais harmônica e condizente para os técnicos do SISCEAB”, ao passo que 71,5% dos respondentes disseram que sim.

Estes posicionamentos dos técnicos evidenciaram tangências significativas com a necessidade de regulamentação da carga de trabalho para o pessoal de manutenção, uma vez que trataram sobre situações sobre fadiga e “stress”, que afetam o dia a dia dos técnicos do SISCEAB e, raramente, são objetos de pesquisa.

De acordo com Johnson e Holloway (2011), as horas de trabalho dos ATCOs (*Air Traffic Controllers*) são estritamente reguladas. No entanto, restrições semelhantes geralmente não são aplicadas para as equipes de engenharia. Em consequência, a equipe técnica pode trabalhar por longos períodos em infraestruturas críticas, lutando contra os níveis de fadiga que prejudicam as capacidades de concentração e resolução de problemas.



Vale ressaltar que o Comando da Aeronáutica, através da RCA 34-1 (2018b), permite margem para particularizar a questão específica e premente de carga horária do pessoal de manutenção quando descreve no Art. 3º, § 3º, “os serviços de natureza técnica e operacional, cujas especificidades, desgaste físico e emocional, possam provocar perda de rendimento ou aumento na margem de erros dos componentes da equipe, e que apresentem necessidade de implantação de escalas diferenciadas, obedecerão regras emanadas dos Órgãos Centrais dos Sistemas” (BRASIL, 2014, p. 35; BRASIL, 2018b).

As relações intergrupos, entre os ATCO (controladores) e os ATSEP (técnicos), podem ser fragilizadas, pois um grupo possui regulamentação específica sobre carga de trabalho, como os controladores e o outro grupo, não (obs. pessoal). Tal condição atende um grupo, em função da segurança da aviação, mas omite o outro, que dá todo o suporte para que o primeiro atue, enquanto que, ambos, estão intrinsecamente responsáveis pela segurança da aviação.

Já as questões 11, 13 e 26 apresentaram elevados índices de discordâncias (superiores a 70%) entre os técnicos, como se pode verificar a seguir.

Na questão 11, quando o técnico foi perguntado se “no seu trabalho há recursos médicos ou psicológicos para identificar ou gerenciar o pessoal de manutenção” do SISCEAB que esteja, eventualmente, com sinais de “stress” ou fadiga”, 74,7% dos respondentes disseram que não.

Na questão 13, sobre se o técnico “tem a percepção da existência de um programa de gerenciamento de fadiga em seu ambiente de trabalho”, 70,5% dos respondentes disseram que não.

Na questão 26, sobre se o técnico “tem a percepção da existência de um programa de gerenciamento de “stress” em seu ambiente de trabalho”, 71% dos respondentes disseram que não.

Nos testes de proporções para estes grupos de concordantes e discordantes, de acordo com o valor “p” obtido no teste para estes 15 itens, todas as questões que trataram sobre a carga de trabalho apresentaram percentual de concordantes maiores que de discordantes, ao nível de 5% de significância. Exceto, as questões 11, 13 e 26 que prevaleceram o percentual de discordantes, também ao mesmo nível de significância. Percebe-se que em relação à carga e às condições de trabalho do pessoal de manutenção do CNS/ATM, conforme o HFACS-ME, são aspectos que podem acarretar falhas latentes, apontando para um espaço de especial atenção, tendo em vista a ausência de regulamentação específica sobre estas questões para os ATSEP do SISCEAB, conforme posicionamento dos respondentes do MCAS.

A questão 36 evidenciou possível desconhecimento por parte dos técnicos do programa SIRIUS - relacionado ao processo de modernização dos recursos CNS/ATM brasileiro (BRASIL, 2019a; BRASIL, 2019b), como se pode verificar a seguir.

Na questão 36, quando o técnico foi perguntado se “o programa SIRIUS aumentou a carga de trabalho do pessoal de manutenção, ao menos, neste período de implementação”, verificou-se que 80,8% dos respondentes adotaram posicionamento de neutralidade ao item.

Não obstante, a maioria desses técnicos, trabalharem em prol do referido programa, como por exemplo: o processo de modernização da rede ATN-Br (pertencente ao programa SIRIUS, a qual os técnicos estão mais familiarizados), no entanto, provavelmente, por desconhecimento do programa em si, adotaram este posicionamento neutro, que contrasta com o posicionamento de concordantes apresentados na questão 40.

Neste sentido o questionário MCAS foi correlacionado com os fatores humanos que afetam os ATSEP, neste caso, os técnicos do SISCEAB, apesar de não serem denominados assim (ATSEP) em regulamentações brasileiras, conforme disposto no Doc 7192 AN/857. Dessa forma, o MCAS pode contribuir para identificar eventuais falhas latentes, de acordo com o HFACS-ME, permitindo adoção de medidas proativas para correção de desvios que possam impactar na segurança da aviação.

## 5 CONCLUSÃO

A ferramenta MCAS apresentada através deste trabalho permitiu colher dados relacionados aos fatores humanos que afetam as atividades dos técnicos, que atuam na manutenção dos recursos CNS/ATM, com base em orientações disponibilizados pela ICAO (Doc 7192 AN/857) sobre fatores humanos, a fim de evidenciar eventuais falhas latentes que podem existir na estrutura organizacional do ambiente de manutenção do SISCEAB, conforme HFACS-ME.

Nesta comunicação de trabalho, cujo objetivo foi o de apresentar os resultados obtidos na aplicação da ferramenta MCAS, relativos aos aspectos relacionados à carga de trabalho dos técnicos do SISCEAB (ATSEP), observa-se uma carência de regulamentação específica, tal qual existe para outras categorias, como para a atividade do controle de tráfego aéreo, meteorologistas, entre outros. Sendo assim, as condições de trabalho, bem como condições de quem executa a manutenção e, também, as condições da gerência da manutenção podem acarretar falhas latentes, de acordo com o HFACS-ME.

Neste momento em que a empresa pública NAV BRASIL passará a assumir, gradativamente, funções que eram exclusivas do SISCEAB, bem como diante deste processo de reestruturação da Força Aérea Brasileira, em que os recursos humanos foram declarados como críticos e prioritários, este trabalho apresenta a ferramenta MCAS como instrumento para manutenção da condição de

HRO do SISCEAB, com olhar, também, para os técnicos do SISCEAB, ou ATSEP (cf. ICAO), e suas condições de trabalho.

Como disse Reason (2000b), a cultura de segurança é um estado de graça, produto de esforço contínuo. Não há vitória final na luta pela segurança, mas uma condição de alerta permanente.

## REFERÊNCIAS

AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DEL VOLO. Final Report. **Incidente ocorrido agli aeromobili BOEING MD-87**, marche SE-DMA e CESSNA 525-A, marche D-IEVX Aeroporto Milano Linate 8 ottobre 2001. October, v. 68273672, n. January, p. 53–156, 2004. Disponível em: <[http://www.ansv.it/En/detail\\_relazioni.asp?ID=177](http://www.ansv.it/En/detail_relazioni.asp?ID=177)>. Acesso em: 01 jan. 2019.

ANGELA, A. G., KARINA, F. L. **Saúde do trabalhador: refletindo sobre a saúde vocal de um grupo de controladores do tráfego aéreo**. Cadernos de Saúde Coletiva, 2010, Rio de Janeiro, 18 (4): 545-50.

BAKER, R. H. **Climate survey analysis for aviation maintenance safety**. 1998. 100 p. Thesis (M. Sc. in Operations Research) – Naval Postgraduate School, Monterey, CA.

BORGES, V. C.; BALBINOTTI, M.A.A.; TEODORO, M.L.M. Tradução e Validação de Conteúdo: Uma Proposta para a Adaptação de Instrumentos. In: PASQUALI, Luiz. **Instrumentação Psicológica: Fundamentos e Práticas**. Artmed, 2010. p. 506-520.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 112, 13 jun. 2013. Seção 1, p. 59-62.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ICA 66-29: segurança em instalações e serviços com eletricidade no SISCEAB**. Rio de Janeiro, RJ, 2014.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Portaria DECEA nº 64 e 65/DGCEA**, de 3 de junho de 2014. Brasília, DF, 2015.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Diretriz do Comando da Aeronáutica (DCA) 66-3: Governança para manutenção no sistema de controle do espaço aéreo brasileiro**. Rio de Janeiro, RJ, 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço

Aéreo. **Diretriz do Comando da Aeronáutica (DCA) 66-1: Atividade de manutenção no sistema de controle do espaço aéreo brasileiro**. Rio de Janeiro, RJ, 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **DCA 11-45: concepção estratégica Força Aérea 100**. Brasília, DF, 2018a.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **RCA 34-1: regulamento interno dos serviços da aeronáutica**. Brasília, DF, 2018b.

BRASIL. Diário Oficial da União. **Lei nº 13.903**, de 19 de novembro de 2019: Autoriza a criação da empresa pública NAV Brasil Serviços de Navegação Aérea S.A. Brasília, DF, 2019.

BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **SIRIUS Brasil**. Rio de Janeiro, RJ, 2019a. Disponível em: <<https://www.decea.gov.br/sirius/>>. Acesso em: 29 dez. 2019.

BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **O que é SIRIUS?** Rio de Janeiro, RJ, 2019b. Disponível em: <<https://www.decea.gov.br/sirius/index.php/o-sirius/o-que-e-2/>>. Acesso em: 29 dez. 2019.

BRITTINGHAM, C. J. **The relationship between naval aviation mishaps and squadron maintenance safety climate**. 2006. 95 p. Thesis (M. Sc. in Leadership and Human Resource Development) – Naval Postgraduate School, Monterey, CA.

BUNDESSTELLE FÜR FLUGUNFALLUNTERSUCHUNG. **Investigation report**. Braunschweig: BFU, 2004. 116 p. (AX-001-1-2/02). Accident: Boeing B757-200 e Tupolev TU154M. Disponível em: <[https://cfapp.icao.int/fsix/sr/reports/02001351\\_final\\_report\\_01.pdf](https://cfapp.icao.int/fsix/sr/reports/02001351_final_report_01.pdf)>. Acesso em: 01 jan. 2019.

DIRICKSON, Y. M. R., **Metodologia de Análise de Impacto em Segurança Crítica da Automação das Tarefas do Controlador de Tráfego Aéreo da Torre de Controle de Aeródromo**. 2016. 98p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. São Paulo.

- EISSFELD, H.; GAYRAUD, K. Shifts in ability requirements as perceived among aviation operators. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 2543–2549, 2015.
- FRUTUOSO, J. T.; CRUZ, R. M. Mensuração da carga de trabalho e sua relação com a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 3, n. 1, p. 29-36, 2005.
- GÜNTHER, H. **Como elaborar um questionário** (Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, Nº 01). Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003.
- HERNANDEZ, A. E. **Organizational climate and its relationship with aviation maintenance safety**. 2001. Thesis (M. Sc in Operations Research) – Naval Postgraduate School, Monterey, CA.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF AIR TRAFFIC SAFETY ELECTRONICS ASSOCIATIONS <<http://www.ifatsea.org/>>. Acesso em: 12 jan. 2019.
- INTERNACIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Human Factors Training Manual**. Montreal, 1998. (Doc 9683-AN/950).
- INTERNACIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Training manual**: part E-2: Air Traffic Safety Electronics Personnel (ATSEP). Montreal, 2011. (Doc 7192 AN/857).
- INTERNACIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Working Paper Assembly**: 39th Session. Montreal, 2016.
- JOHNSON, C. W.; HOLLOWAY, C. M. **A possible approach for addressing neglected human factors issues of systems engineering**. Hampton, VA: NASA Langley Research Center, 2011. (NF1676L-12585).
- LEPAGE, J. F. **Opening Address - IFATSEA 2017**. Montreal, Canadá, 2017. Disponível em: <<http://www.ifatsea.org/membership-resources/e-library/>>. Acesso em 31 dez. 2018.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Assessment of staffing needs of systems specialists in aviation**. Washington, DC: National Academic Press, 2013.
- MCKINSEY & COMPANY. **Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: Relatório Consolidado**. Rio de Janeiro: McKinsey & Company, 2010. ISBN 978-85-63579-00-3.
- NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. **Controlled flight into terrain, Korean Air Flight 801, Boeing 747-300, HL7468, Nimitz Hill, Guam, Aug. 6, 1997. p. 212, 2000**. Disponível em: <<https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR0001.pdf>>. Acesso em: 01 jan 2019.
- OLIVEIRA, T. D. **Amostragem não probabilística: adequação de situações para uso e limitações de amostras por conveniência, julgamento e quotas**. Administração on line. Volume 2, no 3: 1-6, jul-set, 2001. ISSN 1517-7912.
- OLIVEIRA, McWilliam de. **Carga de Trabalho dos Controladores de Tráfego Aéreo -Análise da Área de Controle Terminal Brasília por Meio de Simulação**. 2007. 120f. Tese de Mestrado – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- PAMPLONA, N.; LINHARES, C. **Apagão atinge estados do Norte e Nordeste**. Folha de São Paulo: on-line, 2018. Disponível em:<<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/03/apagao-atinge-estados-do-norte-e-nordeste.shtml>>. Acesso em: 01 jan. 2019.
- REASON, J. Human error: models and management. **BMJ**, v. 320, p. 768–770, 2000a.
- REASON, J. Safety paradoxes and safety culture. **Injury Control & Safety Promotion**, v. 7, n. 1, p. 3-14, 2000b.
- ROBINSON, Harry M. **Naval aviation squadron risk analysis predictive bayesian network modeling using maintenance climate assessment survey results**. 2014. Thesis (Doctor of Philosophy Modeling and Simulation) – Old Dominion University, Norfolk, Virginia.
- SANTOS, L. C. B.; ALMEIDA, C. A.; FARIAS, J. L.; et al. **Aviões - Sumário Estatístico 2008-2017**. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA).Brasília. 2018.
- SCHMIDT, John K.; LAWSON, Don; FIGLOCK, R. **Human factors analysis and classification system: maintenance extension (HFACS-ME) Review of Select NTSB Maintenance Mishaps: an update**. Washington, DC: FAA, [199-?]. Disponível em: <[https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance\\_hf/library/documents/media/hfacs/ntsb\\_hfacs-me\\_updated\\_study\\_report.pdf](https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance_hf/library/documents/media/hfacs/ntsb_hfacs-me_updated_study_report.pdf)>. Acesso em: 01 janeiro 2019.
- SHAPPELL, S. A; WIEGMANN, D. A. **The human factors analysis and classification system: HFACS**. Washington, DC: FAA, 2000. (DOT/FAA/AM-00/7).
- STANLEY, B. R. J. **Evaluating demographic item relationships with survey responses on the Maintenance Climate Assessment Survey (MCAS)**. 2000. Thesis (M. Sc in Operations Research) – Naval Postgraduate School, Monterey, CA.
- UNITED STATES. Federal Aviation Administration. **Memorandum**. Washington, DC, 2018. Disponível em: <<https://www.oig.dot.gov/sites/default/files/FAA%20contingency%20plans%20and%20security%20protocols%20at%20Chicago%20ATC%20facilities.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2019.

# Modelos de negócios no setor espacial: o caso da Rocket Lab

*Business models in the space sector: the case of Rocket Lab*

*Modelos de negocio en el sector espacial: el caso de Rocket Lab*

Rodolfo Castelo Branco Wadovski<sup>1</sup>

## RESUMO

Neste artigo, analisa-se a evolução do modelo de negócios de uma empresa privada de foguetes, a Rocket Lab. Diante das rápidas transformações do setor espacial, onde o setor privado tem cada vez mais relevância, pouco se sabe sobre os modelos de negócios mais apropriados aos novos desafios. Por meio de uma pesquisa longitudinal em arquivos da Internet, levantamos os principais eventos da história da Rocket Lab e utilizamos o modelo teórico CANVAS para analisar a evolução da lógica de negócios da empresa. Os resultados indicam que a proposta de valor permaneceu como o núcleo do modelo de negócios da empresa, adotados pequenos ajustes. Ao mesmo tempo, os outros componentes do modelo de negócios sofreram adaptações mais significativas ao longo do tempo para atender às necessidades de parceiros importantes, especialmente os militares.

**Palavras-chave:** Modelo de negócios. Setor espacial. Rocket Lab. Ecosistema.

## ABSTRACT

*This article analyzes the evolution of the business model of a private rocket company, Rocket Lab. In view of the quick transformations of the space sector, where the private sector is increasingly relevant, little is known about the most appropriate business models to deal with new challenges. Through a longitudinal research in Internet archives, we survey the main events in the history of Rocket Lab and use the theoretical model CANVAS to analyze the*

*evolution of the company's business logic. The results indicate that the value proposal remained the core of the company's business model, undergoing minor adjustments. At the same time, the other components of the business model have undergone more significant adaptations over time to meet the needs of important partners, especially the military.*

**Keywords:** Business model. Space sector. Rocket Lab. Ecosystem.

## RESUMEN

*Este artículo analiza la evolución del modelo de negocio de una empresa privada de cohetes, Rocket Lab. Dadas las rápidas transformaciones del sector espacial, donde el sector privado es cada vez más relevante, se sabe poco sobre los modelos de negocio más adecuados para lidiar con nuevos desafíos. A través de una búsqueda longitudinal en archivos de Internet, realizamos un relevamiento de los principales hechos de la historia de RocketLab y utilizamos el modelo teórico CANVAS para analizar la evolución de la lógica empresarial de la empresa. Los resultados indican que la propuesta de valor siguió siendo el núcleo del modelo de negocio de la compañía, sufriendo pequeños ajustes. Al mismo tiempo, los demás componentes del modelo empresarial han sufrido adaptaciones más importantes a lo largo del tiempo para satisfacer las necesidades de socios importantes, especialmente los militares.*

**Palabras clave:** Modelo de negocio. Sector espacial. Rocket Lab. Ecosistema.

---

I. Instituto Naval de Pós-Graduação (INPG) – Rio de Janeiro/RJ – Brasil – Doutor em Administração pela COPPEAD/UFRJ. E-mail: rcbwadovski@gmail.com

Recebido: 11/12/19

Aceito: 09/07/20



## 1 INTRODUÇÃO

O setor de lançamentos de foguetes originou-se de projetos governamentais, como nos casos dos foguetes V2 e do Projeto Apollo. Entretanto, na década de 1980, para atender a crescente demanda pelo lançamento de satélites e operação de estações espaciais, os Estados Unidos da América (EUA) alteraram sua legislação para incentivarem a participação de empresas privadas (FAA, N/A; FRICK; NIEDERSTRASSER, 2018).

O setor privado floresceu e nas duas décadas seguintes preponderaram companhias tradicionais com fortes conexões governamentais, como Boeing, Lockheed Martin e Arianespace, contudo a configuração desse mercado vem sendo transformado desde o início deste século. Surgiram *startups* focadas no setor de lançamentos, sendo SpaceX, Blue Origin, Virgin Galactic e Rocket Lab exemplos significativos (DAVENPORT, 2018).

O tamanho global da economia espacial, que combina orçamentos públicos, serviços de satélites, equipamentos terrestres e serviços de navegação, era de USD 345 bilhões em 2018 (FFA, 2018). Esses números tendem a crescer e estima-se que superem USD 1 trilhão até 2040 (BOAML, 2017; MORGAN STANLEY, 2019). As atividades que necessitam de infraestrutura espacial são cada vez maiores e demandarão maior oferta de lançamentos (WEF, 2020).

Apesar da atratividade do mercado e dos avanços da tecnologia, o número de empresas de sucesso é reduzido (FRICK; NIEDERSTRASSER, 2018). Essa questão é pouco estudada por um prisma empresarial, uma vez que boa parte das pesquisas no setor espacial dedica-se aos aspectos tecnológicos (MILLER, 2019). Nesse sentido, vale acentuar que o desenvolvimento de uma tecnologia deve ser acompanhado de um modelo de negócios para que haja uma inovação sustentável (TEECE, 2010).

Neste artigo, apresentaremos a evolução do modelo de negócios da Rocket Lab, identificando e analisando os principais eventos que resultaram em mudanças significativas do modelo de negócios da empresa. O propósito é oferecer uma visão ampla da estratégia empresarial que possibilitou que a Rocket Lab partisse de um estágio amador e alcançasse

maturidade operacional e comercial. O estudo desse caso pode inspirar tomadores de decisão, tanto no setor público quanto no privado.

A seguir, faremos uma breve contextualização histórica do setor espacial, seguida de uma revisão de literatura sobre modelo de negócios. Posteriormente, descreveremos o método. Após, apresentaremos e analisaremos os resultados. Por último, ofereceremos uma discussão finalizada por uma conclusão.

## 2 CONTEXTO GERAL

A era espacial nasceu devido à competição entre países. Apenas recentemente o aspecto comercial passou a ter valor significativo. O contexto em que a Rocket Lab opera é fruto de uma evolução histórica. Para entendê-lo, organizamos a evolução do setor espacial em cinco fases.

A primeira fase, que foi do V2, em 1944, ao último homem na Lua, em 1972, ficou conhecida como a “Corrida Espacial”, caracterizada por intensa competição entre os EUA e a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Além da disputa entre as superpotências, os avanços tecnológicos devem-se, também, à liderança de dois cientistas: Werner Von Braun, para os EUA, e Sergey Korolev, para a URSS. Ambos eram visionários à frente do seu tempo e entendiam o potencial da exploração espacial (BBC, 2005). Nesse período, os objetivos militares tinham prioridade sobre objetivos científicos e comerciais. Embora a empresa estatal COMSAT tenha criado a INTELSAT e a NASA tenha lançado alguns satélites meteorológicos, o uso comercial do espaço ainda era embrionário. As comunicações comerciais ainda eram experimentais, como no caso do emprego do satélite Telstar 1 (1962), da AT&T. (BBC, 2005; PYLE, 2019).

Da ida do último homem à Lua, em 1972, à dissolução da URSS, em 1991, temos a segunda fase. Governos e militares permanecem como atores principais, mas o setor espacial deixou de contar com visionários do calibre de Von Braun e Korolev (BBC, 2005). Após o homem ter sido levado à superfície lunar cinco vezes, o interesse público diminuiu, o que contribuiu para a redução do orçamento público. Ao mesmo tempo, como a demanda do governo norte-americano por lançamentos era alta, passou-se a incentivar o desenvolvimento do

setor privado. Em 1989 a McDonnell Douglas realizou o primeiro lançamento orbital comercial nos EUA (FAA, N/A; PYLE, 2019).

A terceira fase vai da dissolução da URSS, em 1991, ao último voo do ônibus espacial, em 2011. Com a redução do orçamento público, parcerias públicas privadas (PPP) tornaram-se uma tendência. O financiamento puramente privado ainda era limitado, pois os investidores percebiam um alto risco nas atividades espaciais (FAA, N/A; PAIKOWSKY, 2017; WEINZIERL, 2088; PYLE, 2019). O setor espacial ganhou novos visionários, representados notadamente por Elon Musk, Jeff Bezos e Richard Branson, todos empresários de grande sucesso e com mentalidade formada em um mundo globalizado e digitalizado. É nessa fase, em 2006, que Peter Beck funda a Rocket Lab (DAVENPORT, 2018; NOTED, 2018).

Do último voo do ônibus espacial, em 2011, ao lançamento do Falcon Heavy, em 2018, temos a quarta fase, quando o setor privado consolida-se. Empreendedores visionários associam seus projetos à sobrevivência da humanidade e renovam o interesse do grande público. Para os governos, os recursos financeiros permanecem escassos, mas a exploração espacial é vista como estratégica. Depois do último voo do ônibus espacial, os EUA ficaram quase dez anos sem capacidade de colocar astronautas no espaço e dependiam da espaçonave russa Soyuz. A solução encontrada foi apoiar vigorosamente a iniciativa privada (FRISCHAUF et al., 2017; PYLE, 2019). Finalmente, em 30 de maio de 2020, os astronautas norte-americanos Robert Behnken e Douglas Hurley, a bordo da espaçonave Crew Dragon, foram lançados pelo Foguete Falcon 9, da SpaceX, e alcançaram a Estação Espacial Internacional (NASA, 2020). A maturação tecnológica induz a uma menor percepção de risco e maior interesse de investidores privados (Space Angels, 2019). Ao mesmo tempo, a miniaturização de componentes permite a construção de satélites cada vez menores, possibilitando o uso de foguetes mais simples, como é o caso do foguete *Electron*, da Rocket Lab (PYLE, 2019).

A fase atual inicia-se com o lançamento do *Falcon Heavy*, em 2018, um importante marco da capacidade das novas empresas do setor. Visionários bilionários e agências governamentais têm planos de longo prazo para a exploração da Lua e de Marte. As tecnologias que surgirão para atender esses objetivos permitirão a abertura de novos mercados, como mineração de asteroides e turismo (PYLE, 2019).

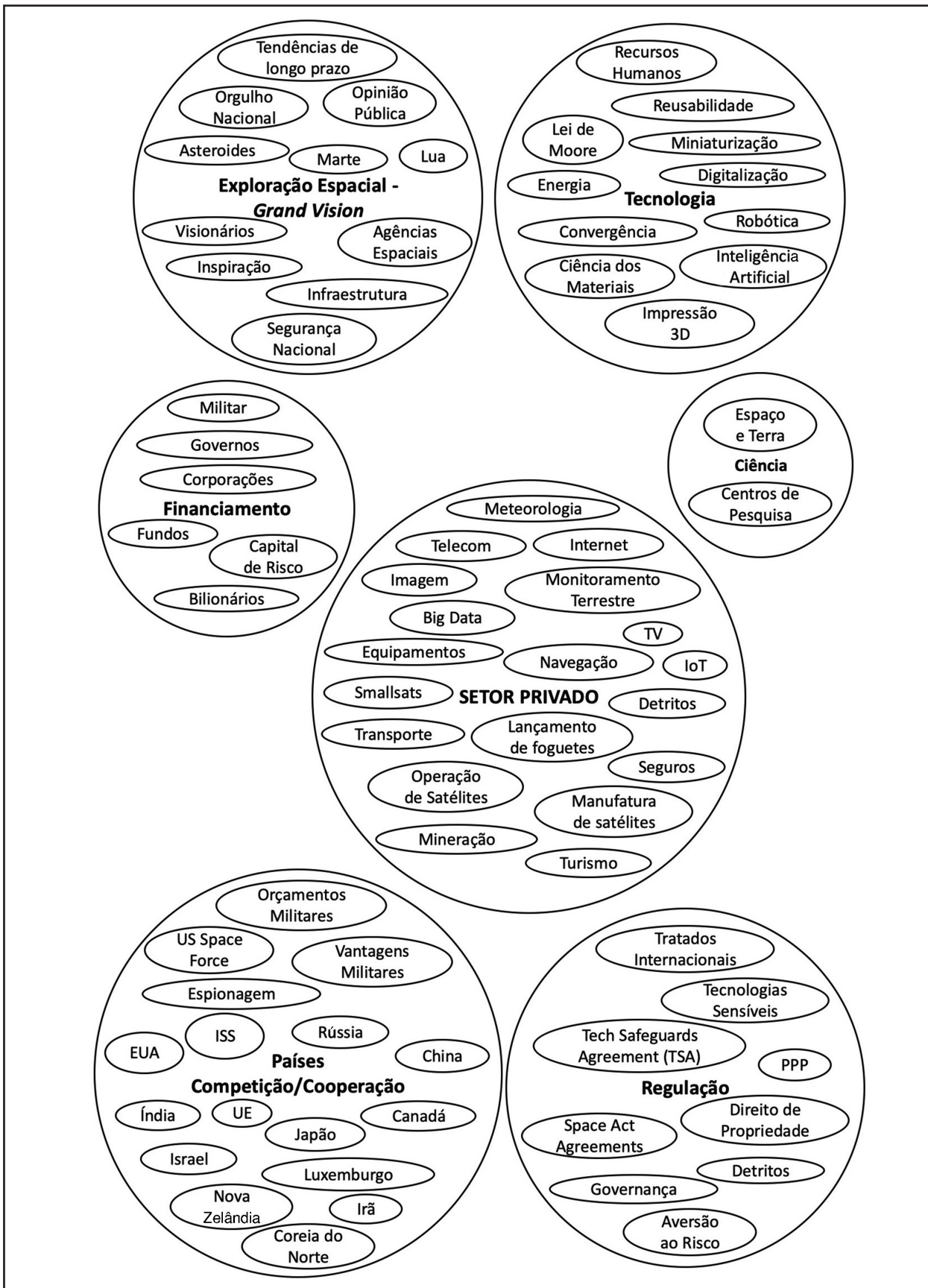
Enquanto na Corrida Espacial os EUA e a URSS eram os únicos protagonistas, atualmente o número de nações relevantes é significativamente maior. No campo militar, as principais disputas estão entre EUA, China e Rússia. Satélites fornecem serviços críticos e os governos necessitam de mais satélites e sistemas para proverem redundância, aumentando a importância estratégica do setor espacial privado (NATO, 2018).

A colaboração internacional é limitada pelas legislações derivadas dos interesses ligados à segurança nacional. Mesmo entre aliados, a transferência de tecnologia é um ponto sensível, como é o caso da Rocket Lab. Embora a companhia seja norte-americana, sua subsidiária na Nova Zelândia é obrigada a seguir *Technology Safeguards Agreement* (TSA - Acordo de Salvaguardas Tecnológicas). As questões de regulação devem causar mais impactos à medida que o perigo do lixo espacial tornar-se mais evidente (FFA, 2018; NATO, 2018).

Na fase atual, o setor espacial está bastante diversificado, podendo ser visto como um verdadeiro ecossistema de inovação, negócios e empreendedorismo (ORLOVA et al., 2020; PAIKOWSKY, 2017). A perspectiva de ecossistema ultrapassa os limites da tradicional visão de “indústria”, incorporando tanto o lado da oferta quanto da demanda. Essa perspectiva ampla considera todos os atores que impactam as atividades de um setor, incluindo atores com variadas naturezas, como técnica, comercial, legal, social e financeira. Essa perspectiva facilita a identificação de atores-chaves, visto que oferece visualização e entendimentos amplos, próprios para fundamentar decisões estratégicas (ADNER, 2006; IANSITI; LEVIEN, 2004; VENKATRAMAN; LEE, 2004; METCALFE; RAMLOGAN, 2008; AUTIO; THOMAS, 2014; TSUJIMOTOA; KAJIKAWAA; TOMITA & MATSUMOTO, 2017). Enfatizando o setor privado, a Figura 1 apresenta um esboço que consolida aspectos contextuais-chaves a serem considerados nas estratégias empresariais.

Atuando nesse ambiente complexo, encontra-se a Rocket Lab, caso utilizado para esta pesquisa. A apresentação da história e peculiaridades dessa empresa estão inseridos na seção dos Resultados e Análise. A seguir, trataremos dos conceitos teóricos sobre modelo de negócios que serão utilizados na análise da evolução da Rocket Lab.

Figura 1 - Esboço do ecossistema do setor espacial.



Fonte: O autor.



### 3 MODELO DE NEGÓCIOS

O modelo de negócios de uma empresa define como ela cria, entrega e captura valor. Ele representa a hipótese do empreendedor acerca do que o cliente necessita e como a empresa deve ser organizada para lucrar ao atender essas necessidades (TEECE, 2010).

O estudo de modelos de negócios deriva dos estudos de estratégia empresarial. O surgimento e fortalecimento dessa perspectiva resulta das mudanças econômicas das últimas décadas, particularmente da intensificação do comércio global e da disponibilidade de informações. Essa transformação econômica deu aos consumidores maiores opções e poder de barganha, fazendo com que as empresas priorizassem as necessidades dos clientes.

Ao mesmo tempo, consolidou-se a percepção de que um avanço tecnológico que permite o desenvolvimento de um novo produto ou serviço, deve estar conectado a um modelo de negócios que mostre como aquele produto ou serviço deve ser lançado no mercado e gerar lucro. De outra maneira, um enorme desenvolvimento tecnológico pode tornar-se um fiasco se não for dada a devida atenção à forma como será levado ao mercado. Um modelo de negócios bem elaborado é visto como uma vantagem competitiva (TEECE, 2010; ZOTT et al., 2011).

No caso do setor espacial, o aumento da participação do setor privado alterou a forma de negociar nesse setor. Nessa linha, entendemos que o estudo dos modelos de negócios de empresas privadas, como a Rocket Lab, pode contribuir para o entendimento do contexto atual.

É importante destacar que o modelo de negócios se desenvolve ao longo do tempo, especialmente em um contexto de incertezas em relação à tecnologia e ao mercado. Nas fases iniciais de um empreendimento, uma empresa parte de uma ideia geral sobre qual valor entregar para um segmento do mercado de forma diferenciada, ou seja, sua “Proposta de Valor”. Ao começar, é difícil definir a lógica completa de sua atuação. Contudo, à medida que interage com seus *stakeholders* e testa suas hipóteses, a empresa desenvolve um modelo mais definitivo. Nessa evolução, a “Proposta de Valor”, vislumbrada inicialmente, tem papel central na gradual estruturação de todo o modelo

de negócios (ANDRIES et al., 2013; REYMEN et al., 2017).

Entre os entendimentos conceituais sobre modelo de negócios (MORRIS et al., 2005), adotaremos o proposto por Osterwalder e Pigneur (2010), que é amplamente aceito na comunidade acadêmica e conhecido na prática pelo nome CANVAS. Uma de suas vantagens é a definição clara dos componentes de um modelo de negócios. Conforme essa perspectiva, um modelo de negócios pode ser decomposto em nove dimensões, as quais ficarão evidentes na seção “Resultados e Análise”.

### 4 MÉTODO

Para alcançar uma compreensão ampla da história da lógica de negócios da Rocket Lab, neste estudo trabalha-se com duas etapas: identificação de eventos críticos e análise de conteúdo.

Na primeira etapa, identificamos os eventos críticos, isto é, as ações ou decisões tomadas pelas empresas. Tendo em vista que uma das fontes para identificação de eventos é a análise de documentação (VAN DE VEN; POOLE, 1990; REYMEN et al., 2015), no caso desta pesquisa, recorreremos primeiramente ao *websites* da própria Rocket Lab<sup>1</sup>, onde os fatos relevantes desde 1 de janeiro de 2013 estão disponíveis.

Entretanto, como parte significativa do sucesso atual da empresa deve-se a fatos que ocorreram nos seus primeiros anos de vida, é necessário pesquisar eventos mais antigos. Para isso, usamos o *Wayback Machine*, sistema disponibilizado pela *Internet Archive*, organização sem fins lucrativos, que vem arquivando *websites* desde 1996. Esse acervo representa uma fonte valiosa de dados para pesquisas científicas, contando com mais de 330 bilhões de *webpages*, entre outros itens. No caso do estudo de estratégias empresariais, particularmente para a compreensão da evolução de modelos de negócios, dados arquivados de *websites* oferecem uma perspectiva ampla e cronologicamente organizada (ARORA et al., 2016).

Para levantarmos o histórico de eventos, seguimos três passos. Primeiramente, pesquisamos o termo “Rocket Lab” no campo “*Wayback Machine*” do site “<https://web.archive.org>”. Essa busca fez retornar o

<sup>1</sup> <https://www.rocketlabusa.com/news/updates>.



site “<http://rocketlab.co.nz/>”, antigo *website* empresa. Em seguida, utilizando os diversos *snapshots* do *website* “<http://rocketlab.co.nz/>” disponibilizados pelo *Wayback Machine*, extraímos os fatos relevantes do período, normalmente enumerados sob o título “*news*”. Por fim, adicionamos informações complementares, originadas de entrevistas dos fundadores da empresa para a mídia (WALSH, 2008, BRADLEY, 2016, KEALL, 2017).

A segunda etapa se baseia na lista cronológica de eventos obtida na etapa anterior. Cada evento possui um significado intrínseco que permite compreender um determinado contexto (BOTT; TOURISH, 2016). Esta pesquisa adota uma abordagem de processo, ou seja, investiga uma sequência de eventos e busca padrões que descrevem como as coisas evoluem ao longo do tempo (LANGLEY, 1999; VAN DE VEN, 2007).

Partindo desse entendimento, realizamos uma Análise de Conteúdo (DURIAU et al., 2007) sobre esses dados. Durante essa análise, primeiramente identificamos os eventos que marcam uma forte mudança na lógica de negócios do caso em estudo, o que nos permitiu dividir a evolução da empresa em fases. Prosseguindo à análise, para cada fase, interpretamos os seus respectivos eventos à luz das dimensões do modelo de negócios proposto por Osterwalder e Pigneur (2010). Por fim, desenhamos os modelos CANVAS para cada fase.

## 5 RESULTADOS E ANÁLISE

Somando-se os fatos extraídos do *Wayback Machine* com os disponíveis no *website* atual da Rocket Lab, identificamos 147 eventos. A interpretação dessa sequência de eventos nos levou a dividir a evolução do modelo de negócios da empresa em quatro fases distintas. Para cada fase, apresentamos os resultados com tabelas que resumem os principais eventos do período, os quais baseiam a análise e o desenho do modelo CANVAS da respectiva fase.

### 5.1 Primeira fase: Aspirações (1994 – 2006)

Esta fase é a que antecede a fundação da Rocket Lab. A Tabela 1 apresenta seus principais eventos. No contexto global, pode-se destacar a fundação da Blue Origin (2000), da SpaceX (2002) e da Virgin Galactic (2004). A chegada dessas *startups* no setor espacial serviu de fonte de inspiração e motivação.

**Tabela 1** – Principais eventos da primeira fase.

Data	Evento
1994	Peter Beck trabalha em loja de eletrodomésticos <i>Fisher &amp; Paykel</i> enquanto desenvolve foguetes como hobby.
2001	O instituto <i>Callaghan Innovation</i> , em Auckland, emprega Beck, que prossegue desenvolvendo foguetes amadoramente.
2005	Beck viaja para os EUA e é impactado pela atmosfera empreendedora, decidindo iniciar o projeto “Atea” ( <i>atea</i> significa espaço, na língua Maori) e construir foguetes suborbitais.

Fonte: O autor.

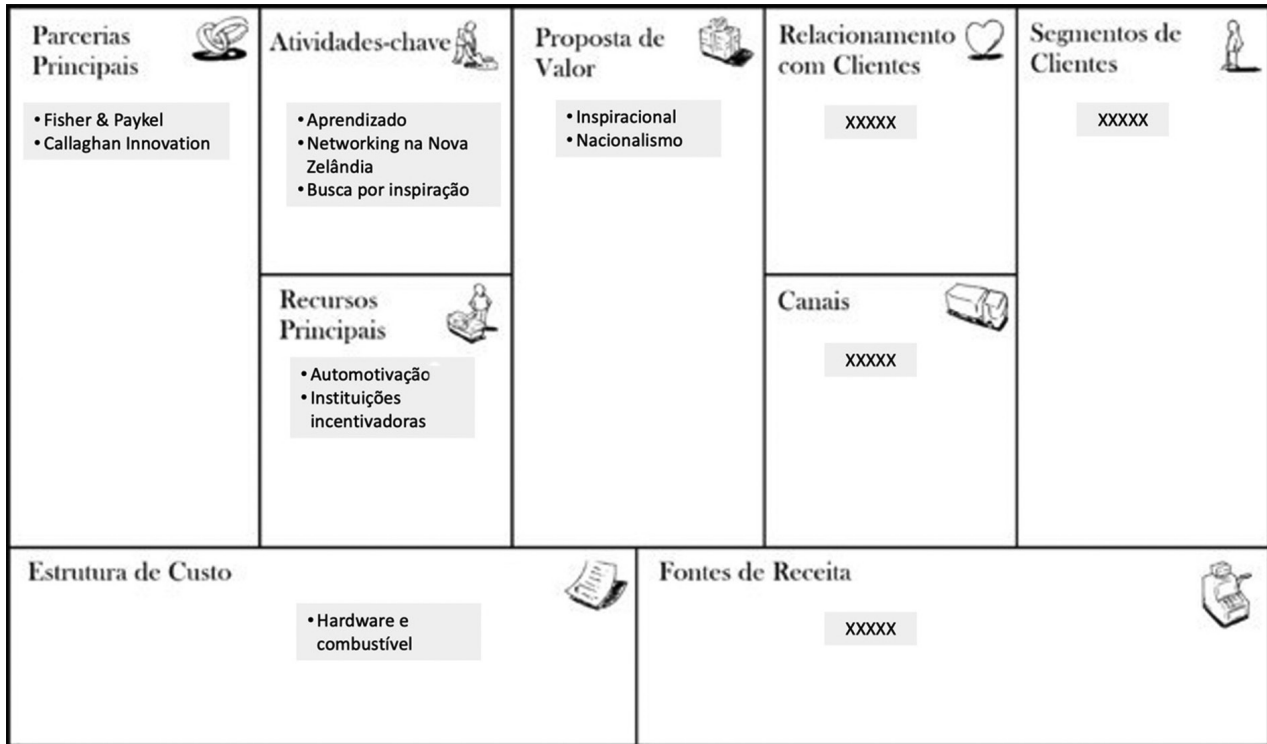
Ainda sem uma empresa constituída, Peter Beck permitiu-se sonhar e acumular conhecimento sobre foguetes. Contou com a simpatia de empresas privadas e do governo neozelandês. Adaptou seus projetos às peculiaridades da Nova Zelândia (THE ECONOMIST, 2018) e simultaneamente “vendeu” a ideia de que o espaço seria “cool” (bacana) para o país, o que despertou o orgulho nacional. O ponto de inflexão foi seu contato com a mentalidade empreendedora dos EUA, quando se convenceu de que deveria profissionalizar suas aspirações.

A Figura 2 apresenta a lógica do negócio desse contexto. Vale destacar: (1) Proposta de Valor ainda bastante abstrata; (2) Atividades-chave ainda limitadas ao contexto da Nova Zelândia; (3) não há fontes de receitas.

### 5.2 Segunda fase: Teste (junho 2006 – novembro de 2009)

Pode-se enumerar como antecedentes críticos dessa fase: (1) aumento do conhecimento técnico; (2) aumento do número de parceiros. Durante essa segunda fase, no plano global, vale destacar os contratos de USD 278 milhões (2006) e de USD 1,6 bilhão (2008) entre a NASA e a SpaceX, bem como o lançamento em órbita do *Falcon 1* (2008). Tais fatos indicavam um fortalecimento do setor privado. No caso da Rocket Lab, os principais eventos estão resumidos na Tabela 2.

Figura 2 - CANVAS da primeira fase.



Fonte: O autor.

Tabela 2 - Principais eventos da segunda fase.

Data	Evento
Jun/2006	Rocket Lab Ltd é incorporada nos EUA.
Nov/2006	Beck e seu sócio, Mark Rocket, que fez fortuna com negócios na Internet, estabelecem objetivo de desenvolver um foguete suborbital até final de 2007.
Mai/2007	Parceria com a empresa Lanza Tech para desenvolver biocombustíveis para foguetes.
Jun/2007	Primeiro encontro com o Ministro do Desenvolvimento Econômico da Nova Zelândia.
Jul/2007	Participação, na Austrália, de tentativa de quebra de recorde de velocidade por veículo terrestre.
Ago/2007	Maquete do foguete Atea-01 recebe grande cobertura da mídia.
Nov/2007	Beck e Mark Rocket viajam para o Canadá e os EUA para conhecerem o mercado e realizarem <i>networking</i> .
Dez/2007	Rocket Lab patenteia um novo tipo de combustível para foguetes, teoricamente menos poluente.
Abr/2008	Em entrevista, Beck e Mark Rocket afirmaram que não estavam discutindo nenhuma parceira com a NASA, bem como não se envolveriam em nada que tivesse relação com os militares, mesmo que houvesse oferta de investimento.
Abr/2008	Parceria com a companhia Celestis, dos EUA, para oferecer o serviço de lançamento de cinzas humanas no espaço. Um lançamento suborbital de 1 grama de cinzas humana é precificado em USD 495.
Abr/2008	Negociações com a companhia Microgravity Enterprises para oferecer bebidas que tenham ido a espaço, como a água engarrafada “Space <sup>2</sup> 0” e a bebida energética “Antimatter”.
Abr/2008	Sistema de paraquedas de recuperação testado com sucesso.
Jul/2009	Air New Zealand Gas Turbines colabora com a Rocket Lab no desenvolvimento de motores de foguetes.
Nov/2009	Primeiro foguete da série <i>Atea-1</i> voa com sucesso por 22 segundos.

Fonte: O autor.

Ainda sem um modelo de negócios maduro, visava-se a voos suborbitais e resistia-se a qualquer conexão militar. Havia grande incerteza quanto à melhor forma de desenhar a lógica de negócios. Isso é evidenciado pela série de contatos relativamente aleatórios com cientistas e empresas estrangeiras, bem como pelas tratativas para oferecer serviços inusitados.

Os principais eventos dessa fase são a incorporação da Rocket Lab, os contatos com o governo neozelandês e empresas estrangeiras, bem como o voo do foguete *Atea-1*. A Figura 3 apresenta a lógica do negócio dessa fase. Destacam-se: (1) Proposta de Valor tímida (suborbital) e rejeição a clientes militares; (2) expansão da Atividades-chave para além da Nova Zelândia; (3) não há fontes de receitas.

**5.3 Terceira fase: Militar (novembro de 2009 – outubro de 2013)**

A Rocket Lab finalmente alcança o espaço. Antecedentes críticos: (1) foguete *Atea-1* alcança o espaço; (2) financiamentos da NASA para *startups* de lançamento. Internacionalmente, o lançamento do *Falcon 9* (2010) e o último voo do

ônibus espacial (2011) são os fatos mais marcantes. No caso da Rocket Lab, a Tabela 3 enumera os principais eventos.

O sucesso do *Atea-1* mostrou ao mundo que a Rocket Lab havia alcançado um nível tecnológico avançado. O que até recentemente parecia amadorismo, agora se tornava uma possibilidade real de lançar cargas no espaço. Como a tecnologia de foguetes está intrinsecamente associada à tecnologia de mísseis, os militares dos EUA passaram a investir na empresa (ressaltando que a Rocket Lab, apesar de operar na Nova Zelândia, está incorporada nos EUA). Além da necessidade de controlar uma tecnologia sensível, os militares enxergavam uma oportunidade de desenvolver foguetes pequenos, capazes de serem rapidamente acionados para atender demandas urgentes do campo de batalha. Era um casamento apropriado entre os interesses de defesa dos EUA e as necessidades de investimentos da *startup*.

Os investimentos militares norte-americanos alteraram profundamente a lógica de negócios da empresa. Essa nova conexão com atividades militares resultou na saída de um de seus fundadores, Mark Rocket. A empresa passou a focar em parceiros e clientes militares, tanto nos EUA quanto na Austrália.

Figura 3 - CANVAS da segunda fase.



Fonte: O autor.

**Tabela 3** - Principais eventos da terceira fase.

Data	Evento
Abr/2010	Participação no <i>National Space Symposium</i> em Colorado Springs, EUA. A companhia conversa com companhias internacionais sobre possíveis intercâmbios de tecnologia.
Mai/2010	A Andrews Space Inc, empresa especializada em transporte especial, aprova a Rocket Lab como seu fornecedor.
Jul/2010	Rocket Lab recebe investimento do <i>Office of Naval Research</i> (ONR), dos EUA, para pesquisa de novos tipos de propulsão e combustíveis.
Dez/2010	Contrato com o <i>Operationally Responsive Space Office</i> (ORS), dos EUA, para estudar motores e aviônica para lançar <i>smallsats</i> em órbita baixa e polar.
Jan/2011	Sucessos importantes são alcançados no desenvolvimento de sistema de propulsão, aviônica, lançamento e recuperação.
Fev/2011	Contrato com a DARPA, dos EUA, para desenvolver novo tipo de propelente.
Mar/2011	Contrato com a L2 Aerospace para desenvolver nova geração de sistemas para lançamento rápidos de foguetes.
Jun/2011	Rocket Lab anuncia a resignação de Mark Rocket da posição de diretor da empresa.
Set/2011	Novos contratos de pesquisa com a DARPA e o ONR.
Out/2011	Desenvolvimento, em parceria com a L2 Aerospace, do <i>InstantEye</i> , um foguete autônomo, pequeno, leve e portátil para reconhecimento do campo de batalha.
Fev/2012	Rocket Lab demonstra o <i>InstantEyes</i> para militares dos EUA e da OTAN.
Jun/2012	A tecnologia <i>HI-Noz carbono phenolic ablative material</i> , desenvolvida pela Rocket Lab, é selecionada para ser usada nos mísseis <i>Patriot</i> .
Nov/2012	Rocket Lab demonstra novo propelente e sistema de propulsão ( <i>Viscous Liquid Monopropellants</i> - VLM), o qual foi patrocinado pela DARPA e ONRG. O VLM é visto por especialistas em propulsão e por militares como um grande feito tecnológico da Rocket Lab.
Jan/2013	O governo da Nova Zelândia, por meio do seu instituto <i>Callaghan Innovation</i> , entrega fundo a Rocket Lab como forma de incentivo à inovação.

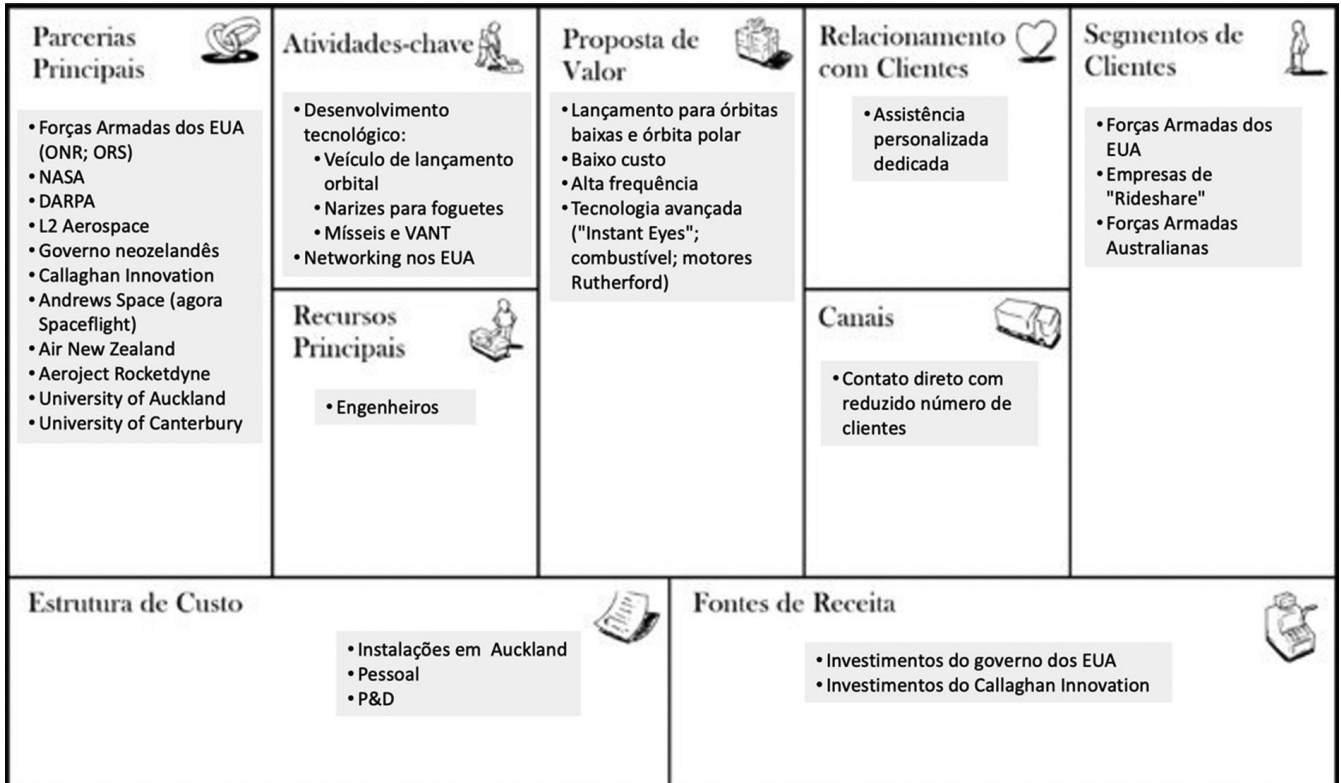
**Fonte:** O autor.

Os principais eventos dessa fase são o apoio militar dos EUA à Rocket Lab, o desenvolvimento do *InstantEyes*, a saída de Mark Rocket e o aperfeiçoamento do sistema de propulsão. A Figura 4 apresenta a lógica do

negócio dessa fase. Destacam-se: (1) Proposta de Valor visando voos orbitais; (2) os aspectos militares permearam fortemente as atividades da empresa e impactavam na escolha de clientes e parceiros.



Figura 4 - CANVAS da terceira fase.



Fonte: O autor.

#### 5.4 Quarta fase: Negócios (outubro 2013 – dias atuais)

Os antecedentes críticos dessa fase foram: (1) consolidação da tecnologia de lançamento; (2) credibilidade da Rocket Lab endossada por seus clientes militares. Nessa quarta fase, o modelo de negócios da Rocket Lab amadurece. A Tabela 4 apresenta os principais eventos da *startup*.

Os avanços tecnológicos obtidos pela Rocket Lab aliados à sólida parceria com variadas agências militares norte-americanas e a NASA conferiram credibilidade à *startup*. Particularmente relevante foi o acordo para a utilização de recursos da NASA, o que deu à Rocket Lab acesso não apenas às instalações, equipamentos e pessoal da agência norte-americana, mas principalmente a conhecimento. Ao perceber o potencial da empresa, investidores privados decidiram participar. Interessante notar que o sucesso da Rocket Lab antecedeu a atenção dada pelo governo da Nova Zelândia às atividades espaciais. A *New Zealand Space Agency* (NZSA) foi criada dez anos após a fundação da Rocket Lab.

Empolgada pelas conquistas iniciais, a Rocket Lab motivou-se a ampliar seus objetivos, deixando de ser vista como uma simples fornecedora de produtos e serviços de defesa para posicionar-se como uma companhia que pretendia causar uma disrupção no setor espacial. Para isso, ofereceria o *Electron* para lançamentos personalizados de *smallsats* por uma segmentação mais diversificada de consumidores.

A visão estratégica da empresa acompanhou as evoluções tecnológicas. Houve a correta percepção de que a miniaturização de componentes permitira a construção de satélites cada vez menores, o que implica que foguetes relativamente pequenos sejam eficazes. Tão importante quanto a percepção das evoluções tecnológicas, houve o claro entendimento de que o mercado para *smallsats* tenderia a crescer. Essa percepção permitiu que a Rocket Lab ajustasse seu modelo de negócios para atender um nicho de mercado próprio e evitasse a concorrência direta com grandes empresas do setor, como a ULA e a SpaceX.

**Tabela 4** - Principais eventos da quarta fase.

Data	Evento
Out/2013	Primeira rodada ( <i>A-Round</i> ) de investimentos de capital de risco da empresa Khosla Ventures, baseada no Vale do Silício.
Dez/2013	Rocket Lab testa seu motor Rutherford.
Jul/2014	Rocket Lab anuncia seu plano de revolucionar o setor global espacial com a criação do <i>Electron</i> , um foguete leve e de baixo custo para tornar o lançamento de <i>smallsats</i> mais fácil.
Mar/2015	Segunda rodada de investimentos de capital de risco. A Lockheed Martin também faz um investimento estratégico.
Jul/2015	Assinatura com a NASA do <i>Commercial Space Launch Act Agreement</i> , o qual permite que a Rocket Lab utilize recursos da NASA.
Ago/2015	Rocket Lab cria sistema online para pedidos de lançamentos de satélites.
Out/2015	Assinatura com a NASA de contrato de USD 6,95 milhões para lançar carga em órbita baixa.
Abr/2016	O governo da Nova Zelândia cria a <i>New Zealand Space Agency</i> (NZSA).
Ago/2016	Seguindo o exemplo da NASA, outras empresas como Planet, Spiree Moon Express anunciam que usarão o <i>Electron</i> para lançar seus satélites.
Set/2016	Finalização do campo de lançamento ( <i>Launch Complex 1</i> ) na Península Mahia, na Nova Zelândia.
Out/2016	Beck declara: “A Rocket Lab quer ser pequena e ágil no negócio de lançamentos comerciais. O <i>Electron</i> fará lançamentos altamente frequentes por USD 5 milhões cada. Outras opções custam cerca de USD 200 milhões e ainda têm um longo tempo de espera. Nós não nos vemos como empresa de baixo custo, ao contrário, nós oferecemos lançamentos <i>premium</i> . Nós oferecemos ao cliente que normalmente pega carona em grandes foguetes ( <i>ride sharing</i> ) um lançamento para a órbita desejada no momento que ele precisa”. Beck continua: “Um satélite que era do tamanho de um carro, agora é do tamanho de um refrigerador. Mas a seguir será do tamanho de um micro-ondas. Isso é importante porque possibilita que as empresas de satélites coloquem no espaço qualquer infraestrutura a custo e frequência sem precedentes”.
Out/2016	O investidor Sir Stephen Tindall afirma que Beck sabe usar a linguagem para explicar as complexidades da ciência espacial para qualquer pessoa, especialmente investidores.
Mar/2017	Nova rodada de investimentos. Até essa data, os investimentos totalizam USD 148 milhões e a Rocket Lab estava avaliada em USD 1 bilhão.
Mai/2017	Contrato com a Spaceflight, empresa provedora de serviços de lançamento.
Jan/2018	Rocket Lab coloca carga em órbita utilizando o <i>Electron</i> .
Abr/2018	Parceria com a <i>York Space Systems</i> para desenvolver um sistema padronizado de lançamento para os foguetes <i>Electron</i> .
Ago/2018	Contrato com a Cicle Aerospace (empresa sediada em Dubai) para 10 lançamentos de <i>Electrons</i> .
Set/2018	Contrato com a Kleos Space (empresa sediada em Luxemburgo) paralaçamento de satélites de monitoramento de radio-transmissão de navios.
Out/2018	Inauguração em Auckland, Nova Zelândia, de fábrica para produção intensiva dos foguetes <i>Electron</i> .
Nov/2018	Rocket Lab coloca 7 satélites em órbita para diversos clientes. Essa missão foi batizada de “It’s Business Time”.
Nov/2018	Nova rodada de investimentos.
Dez/2018	Rocket Lab lança <i>CubeSats</i> para a NASA.
Mar/2019	Rocket Lab lança os satélites R3D2 para a DARPA.
Abr/2019	Rocket Lab anuncia seu “Spacecraft Program” e passa a oferecer, de forma integrada, tanto serviços de lançamento quanto de construção de espaçonaves.
Mai/2019	Rocket Lab lança três satélites para a U.S. Air Force.
Jul/2019	Rocket Lab celebra a construção do centésimo motor <i>Rutherford</i> , fabricado utilizando-se impressoras 3D.
Ago/2019	Rocket Lab anuncia planos para reutilizar seus foguetes <i>Electrons</i> .
Out/2019	Parceria com a Kongsberg Satellite <i>Services</i> para oferecer serviços completos, incluindo projetos e construção de espaçonaves, lançamento e acompanhamento a partir de estações no solo.
Dez/2019	Rocket Lab conclui sua décima missão, alcançando a marca de 47 satélites lançados, com 100% de sucesso para seus clientes.

Fonte: O autor.

Os principais eventos dessa fase são os investimentos de capital de risco e contratos com a NASA e empresas privadas. A Figura 5 apresenta a lógica do negócio dessa fase. Destacam-se: (1) Proposta de Valor visando a voos orbitais customizados; (2) Ampliação da rede de parceiros e clientes.

## 6 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A análise da evolução dos modelos CANVAS indica que o núcleo da lógica de negócios da Rocket Lab está na sua Proposta de Valor. Desde voos suborbitais até a oferta de serviços integrados de lançamentos, ela modificou-se, mas sem perder a conexão com a ideia inicial de alcançar o espaço. Já as outras dimensões do CANVAS modificaram-se significativamente para adequarem-se às oportunidades contextuais. Essa adequação está em sintonia com a teoria sobre modelo de negócios, a qual sustenta que as empresas com maior sucesso são aquelas que testam, aprendem e ajustam seus modelos ao longo do tempo (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2009; TEECE, 2010; ZOTT et al., 2011; REYMEN et al., 2017).

O espírito empreendedor de Beck foi fundamental. Por meio de tentativas e erros, ele perseguiu sua visão de chegar ao espaço, persistindo no desenvolvimento de tecnologias próprias e compreendendo as oportunidades do mercado.

A *startup* nasceu de uma iniciativa exclusivamente privada, caso então raro no setor de lançamentos. A conexão

com o setor público consolidou-se após sucessos iniciais de uma época em que a empresa ainda atuava amadoramente. Beck alterou sua política inicial de não realizar parcerias com projetos militares e associou-se ao setor de defesa dos EUA, alcançando competência e credibilidade para posteriormente obter investimentos privados e entrar no mercado civil.

Aos méritos pessoais de Beck devemos, contudo, adicionar outros fatores. Observando-se a evolução dos modelos CANVAS da *startup*, nota-se que há um enriquecimento progressivo nas “Parcerias Principais”, o que está em consonância com a história do setor espacial, em que os avanços dependeram do trabalho de grupos interdependentes, como centros de pesquisas, agências governamentais e empresas privadas.

O *Falcon 1*, ao falhar três vezes, quase levou a SpaceX à falência, mas as conexões de Elon Musk com investidores e com a NASA permitiram que o *Falcon 1* fosse lançado mais uma vez e obtivesse sucesso. A Blue Origin e a Virgin Galactic contratam muitos cientistas da NASA com décadas de experiência (VANCE; SANDERS, 2015; DAVENPORT, 2018). A NASA incentiva *startups* norte-americanas a usarem suas instalações, oportunidade bem aproveitada também pela Rocket Lab (VIA SATELLITE, 2015). Embora esses sejam apenas alguns exemplos, a lição é de que um ambiente de negócios diversificado é fundamental para o florescimento de *startups* de lançamento (CORALLO et al., 2014).

Figura 5 - CANVAS da quarta fase.



Fonte: O autor.

No caso particular da Rocket Lab, três questões merecem reflexão. (1) A *startup* teria nascido sem o espírito empreendedor de Peter Beck e Mark Rocket? (2) Ela teria conseguido alcançar o mercado civil sem ter passado por uma “fase militar”? (3) O negócio seria sustentável oferecendo apenas serviços relacionados à defesa?

O sucesso da Rocket Lab ocorre em meio a grande competição. Há dezenas de empresas desenvolvendo foguetes de pequeno porte, especialmente nos EUA e na China, entretanto pesquisas indicam que há mercado para cerca de quatro ou cinco. O que os investidores buscam são startups com conceitos disruptivos e não mais do mesmo

(FRICK; NIEDERSTRASSER, 2018; FOUST, 2019; WERNER, 2019).

Em suma, aproveitando-se de um contexto favorável do setor espacial privado, o modelo de negócios da Rocket Lab evoluiu fiel à visão de alcançar o espaço, ou seja, sua Proposta de Valor não perdeu sua essência. Ao mesmo tempo, houve flexibilidade para adaptar-se às oportunidades oferecidas por novas parcerias. A busca pela eficácia tecnológica e associação com parceiros militares conferiu a credibilidade necessária para que investidores aportassem recursos. Também fundamental foram as interações em um ecossistema espacial, composto por variados atores.

## REFERÊNCIAS

ADNER, Ron. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. **Harvard business review**, v. 84, n. 4, p. 98, 2006.

ANDRIES, Petra; DEBACKERE, Koenraad; VAN LOOY, Bart. Simultaneous experimentation as a learning strategy: Business model development under uncertainty. **Strategic entrepreneurship journal**, v. 7, n. 4, p. 288-310, 2013.

ARORA, Sanjay K. et al. Using the wayback machine to mine websites in the social sciences: a methodological resource. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 67, n. 8, p. 1904-1915, 2016.

AUTIO, Erkkö; THOMAS, L. Innovation ecosystems. **The Oxford handbook of innovation management**, p. 204-288, 2014.

BBC. Space Race. **BBC –Documentary**, 2005. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xcLphSY8PX0>>. Acesso em: 02 apr. 2019

BofAML. To Infinity And Beyond – Global Space Primer. **Bank of America Merrill Lynch**, 2017. Disponível em: <<https://api.guidants.com/db/a2/1e1ffc185c1d44bd.pdf>>. Acesso em: 02 apr. 2019.

BOTT, Gregory; TOURISH, Dennis. The critical incident technique reappraised: Using critical incidents to illuminate organizational practices and build theory. **Qualitative Research in Organizations and Management: An International Journal**, v. 11, n. 4, p. 276-300, 2016.

BRADLEY, Grant. Peter Beck: The man with the one million-horsepower Rocket, **NZ Herald**, 14 Out 2016. Disponível em: <[https://www.nzherald.co.nz/business/news/article.cfm?c\\_id=3&objectid=11715402](https://www.nzherald.co.nz/business/news/article.cfm?c_id=3&objectid=11715402)>. Acesso em: 01 nov. 2019.

CORALLO, Angelo; ERRICO, Fabrizio; LAZOI, Mariangela. The aerospace “networked” business model: Evidences and suggestions. **Universal Journal of Management**, v. 2, n. 4, p. 151-159, 2014.

DAVENPORT, Christian. **The space barons: Elon Musk, Jeff Bezos, and the quest to colonize the cosmos**. Public Affairs, 2018.

DURIAU, Vincent J.; REGER, Rhonda K.; PFARRER, Michael D. A content analysis of the content analysis literature in organization studies: Research themes, data sources, and methodological refinements. **Organizational research methods**, v. 10, n. 1, p. 5-34, 2007.

FAA (N/A). Origins of the Commercial Space Industry. **Federal Aviation Administration**. Disponível em: <[https://www.faa.gov/about/history/milestones/media/Commercial\\_Space\\_Industry.pdf](https://www.faa.gov/about/history/milestones/media/Commercial_Space_Industry.pdf)>. Acesso em: 26 apr. 2019

FAA. The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018. **Federal Aviation Administration** (FAA), 2108. Disponível em: <[https://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/ast/media/2018\\_ast\\_compendium.pdf](https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ast/media/2018_ast_compendium.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2019.

FOUST, J. Investors seek disruptive space startups in an overcrowded market. **Space News**, 7 Mai 2019. Disponível em: <<https://spacenews.com/investors-seek-disruptive-space-startups-in-an-overcrowded-market/>>. Acesso em: 01 ago. 2019.

FRICK, Warren; NIEDERSTRASSER, Carlos. Small Launch Vehicles-A 2018 State of the Industry Survey. 2018.32nd Annual AIAA/USU, **Conference on Small Satellites**. Disponível em: <[https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4118&context=s\\_mallsat](https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4118&context=s_mallsat)>. Acesso em: 15 jun. 2019.

FRISCHAUF, Norbert et al. New Space: New Business Models at the Interface of Space and Digital Economy: Chances in an Interconnected World. **New Space**, v. 6, n. 2, p. 135-146, 2018.

IANSITI, M.; LEVIEN, R. Strategy as ecology. **Harvard business review**, v. 82, n. 3, p. 68-78, 126, 2004.

KEALL, C. K. B. Why CNN's Rocket Lab report bugged the hell out of me. **NZ Herald**, 2 Nov 2018. Disponível em: <[https://www.nzherald.co.nz/business/news/article.cfm?c\\_id=3&objectid=12159204](https://www.nzherald.co.nz/business/news/article.cfm?c_id=3&objectid=12159204)>. Acesso em: 01 jul. 2019.



- LANGLEY, Ann. Strategies for theorizing from process data. **Academy of Management review**, v. 24, n. 4, p. 691-710, 1999.
- METCALFE, Stan; RAMLOGAN, Ronnie. Innovation systems and the competitive process in developing economies. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 48, n. 2, p. 433-446, 2008.
- MILLER, Jonathan. Space 3.0 – how it will solve problems here on Earth. **Stuff**, 09 Maio 2019. Disponível em: <<https://www.stuff.co.nz/business/innovation/112537392/space-30--how-it-will-solve-problems-here-on-earth>>. Acesso em: 01 jun. de 2019.
- MORGAN STALEY. Space: Investing in the Final Frontier. **Morgan Stanley**, 2019. Disponível em: <<https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- MORRIS, Michael; SCHINDEHUTTE, Minet; ALLEN, Jeffrey. The entrepreneur's business model: toward a unified perspective. **Journal of business research**, v. 58, n. 6, p. 726-735, 2005.
- Noted. The extraordinary story of how New Zealand entered the space race. **Noted**, 2018. Disponível em: <<https://www.noted.co.nz/money/business/rocket-lab-how-new-zealand-entered-space-race/>>. Acesso em: 30 set. 2019.
- NASA. NASA, SpaceX to Launch First Astronauts to Space Station from U.S. Since 2011, **NASA**. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/specials/dm2/>> Acesso em 18 jul. 2020.
- NATO. The Future of The Space Industry. **NATO – Economic and Security Committee (Esc)**, 2018. Disponível em: <<https://www.nato-pa.int/download-file?filename=sites/default/files/2018-12/2018%20-%20THE%20FUTURE%20OF%20SPACE%20INDUSTRY%20-%20BOCKEL%20REPORT%20-%20173%20ESC%2018%20E%20fin.pdf>> Acesso em: 20 maio 2019.
- ORLOVA, Alina; NOGUEIRA, Roberto; CHIMENTI, Paula. The Present and Future of the Space Sector: A Business Ecosystem Approach. **Space Policy**, p. 101374, 2020.
- OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. **Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers**. John Wiley & Sons, 2010.
- PAIKOWSKY, Degani. What is new space? The changing ecosystem of global space activity. **New Space**, v. 5, n. 2, p. 84-88, 2017.
- PYLE, Rod. **Space 2.0: How Private Spaceflight, a Resurgent NASA, and International Partners are Creating a New Space Age**. BenBella Books, 2019.
- REYMEN, Isabelle MMJ et al. Understanding dynamics of strategic decision making in venture creation: a process study of effectuation and causation. **Strategic entrepreneurship journal**, v. 9, n. 4, p. 351-379, 2015.
- REYMEN, Isabelle et al. Decision making for business model development: a process study of effectuation and causation in new technology based ventures. **R&D Management**, v. 47, n. 4, p. 595-606, 2017.
- SPACE ANGELS. U.S. Government Support of the Entrepreneurial Space Age. **Space Angels**, 2019. Disponível em: <<https://sbir.nasa.gov/content/publications>> Acesso em: 30 nov. 2019.
- TEECE, David J. Business models, business strategy and innovation. **Long range planning**, v. 43, n. 2-3, p. 172-194, 2010.
- THE ECONOMIST. Is New Zealand the world's best rocket-launching site? **The Economist**, 5 abril 2018. Disponível em: <<https://www.economist.com/science-and-technology/2018/04/05/is-new-zealand-the-worlds-best-rocket-launching-site>>. Acesso em: 01 jun. 2019.
- TSUJIMOTO, Masaharu et al. A review of the ecosystem concept—Towards coherent ecosystem design. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, p. 49-58, 2018.
- VANCE, Ashlee; SANDERS, Fred. **Elon Musk**. HarperCollins, 2015.
- VAN DE VEN, Andrew H.; POOLE, Marshall Scott. Methods for studying innovation development in the Minnesota Innovation Research Program. **Organization science**, v. 1, n. 3, p. 313-335, 1990.
- VENKATRAMAN, N.; LEE, Chi-Hyon. Preferential linkage and network evolution: A conceptual model and empirical test in the US video game sector. **Academy of Management Journal**, v. 47, n. 6, p. 876-892, 2004.
- VIA SATELLITE. Rocket Lab Signs NASA Partnership to Tap Launch Resources. **Via Satellite**, 31 Julho 2015. Disponível em: <<https://www.satellitetoday.com/business/2015/07/31/rocket-lab-signs-nasa-partnership-to-tap-launch-resources/>>. Acesso em: 01 abr. 2019.
- WALSH, Frances. Rocket Lab's Peter Beck and Mark Rocket on their space plans. **Metro**, 1 Abr 2008. Disponível em: <<https://www.metro.co.nz/society/society-etc/rocket-labs-peter-beck-and-mark-rocket-on-their-space-plans>>. Acesso em: 01 jun. 2019.
- WEF. Space. **World Economic Forum**, 2020. Disponível em: <<https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb000000pTDUEA2?tab=publications>>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- WEINZIERL, Matthew. Space, the final economic frontier. **Journal of Economic Perspectives**, v. 32, n. 2, p. 173-92, 2018.
- ZOTT, Christoph; AMIT, Raphael; MASSA, Lorenzo. The business model: recent developments and future research. **Journal of management**, v. 37, n. 4, p. 1019-1042, 2011.

# Business models in the space sector: the case of Rocket Lab

*Modelos de negocio en el sector espacial: el caso de Rocket Lab*

*Modelos de negócios no setor espacial: o caso da Rocket Lab*

Rodolfo Castelo Branco Wadovski<sup>1</sup>

## ABSTRACT

This article analyzes the evolution of the business model of a private rocket company, Rocket Lab. Given the rapid transformations of the space sector, where the private sector is increasingly relevant, little is known about the business models most appropriate to new challenges. Through a longitudinal search of Internet archives, we collected the main events in Rocket Lab history and use the CANVAS theoretical model to analyze the evolution of the company's business logic. The results indicate that the value proposition remained the core of the company's business model, with small adjustments being adopted. At the same time, the other components of the business model have undergone more significant adaptations over time to meet the needs of important partners, especially the military.

**Keywords:** Business model. Space sector. Rocket Lab. Ecosystem.

## RESUMEN

*Este artículo analiza la evolución del modelo de negocio de una empresa privada de cohetes, Rocket Lab. En vista de los rápidos cambios en el sector espacial, en el que el sector privado es cada vez más relevante, se sabe poco acerca de los modelos de negocios más apropiados para los nuevos desafíos. A través de una encuesta longitudinal en los archivos de Internet, hemos estudiado los principales acontecimientos de la historia de Rocket Lab y hemos utilizado el modelo*

*teórico CANVAS para analizar la evolución de la lógica de negocios de la empresa. Los resultados indican que la propuesta de valor siguió siendo el núcleo del modelo de negocios de la empresa, con la adopción de pequeños ajustes. Al mismo tiempo, los demás componentes del modelo de negocios sufrieron adaptaciones más significativas a lo largo del tiempo para satisfacer las necesidades de los socios clave, especialmente los militares.*

**Palabras clave:** Modelo de negocios. Sector espacial. Rocket Lab. Ecosistema.

## RESUMO

*Neste artigo, analisa-se a evolução do modelo de negócios de uma empresa privada de foguetes, a Rocket Lab. Diante das rápidas transformações do setor espacial, onde o setor privado tem cada vez mais relevância, pouco se sabe sobre os modelos de negócios mais apropriados aos novos desafios. Por meio de uma pesquisa longitudinal em arquivos da Internet, levantamos os principais eventos da história da Rocket Lab e utilizamos o modelo teórico CANVAS para analisar a evolução da lógica de negócios da empresa. Os resultados indicam que a proposta de valor permaneceu como o núcleo do modelo de negócios da empresa, adotados pequenos ajustes. Ao mesmo tempo, os outros componentes do modelo de negócios sofreram adaptações mais significativas ao longo do tempo para atender às necessidades de parceiros importantes, especialmente os militares.*

**Palavras-chave:** Modelo de negócios. Setor espacial. Rocket Lab. Ecosystem.

I. Escola de Guerra Naval (EGN) – Rio de Janeiro/RJ – Brazil. Doctor degree in Administration by COPPEAD/UFRJ. E-mail: rcbwadovski@gmail.com  
Received: 11/12/19 Accepted: 09/07/20

The acronyms and abbreviations contained in this article correspond to the ones used in the original article in Portuguese.

---

## 1 INTRODUCTION

The rocket launching sector originated from government projects, such as V2 rockets and the Apollo Project. However, in the 1980s, to meet the growing demand for satellite launching and space stations operation, the United States of America (USA) changed its legislation to encourage the participation of private companies (FAA, N/A; FRICK; NIEDERSTRASSER, 2018).

The private sector flourished and in the next two decades preponderated traditional companies with strong government connections, such as Boeing, Lockheed Martin and Arianespace. However, the configuration of this market has been transformed since the beginning of this century. Startups have emerged focused on the launching sector, being SpaceX, Blue Origin, Virgin Galactic, and Rocket Lab significant examples (DAVENPORT, 2018).

The overall size of the space economy, which combines public budgets, satellite services, land equipment and navigation services, was USD345 billion in 2018 (FFA, 2018). These numbers tend to grow and are estimated to exceed USD 1 trillion by 2040 (BOAML, 2017; MORGAN STANLEY, 2019). The activities that requires space infrastructure are increasing and will demand a greater supply of launches. (WEF, 2020).

Despite the attractiveness of the market and advances in technology, the number of successful companies is reduced (FRICK; NIEDERSTRASSER, 2018). This issue is little studied from a business perspective, since much of the research in the space sector is dedicated to technological aspects (MILLER, 2019). In this sense, it is worth emphasizing that the development of a technology must be accompanied by a business model so that there is sustainable innovation (TEECE, 2010).

In this article, we will introduce the evolution of Rocket Lab's business model, identifying and analyzing key events that have resulted in significant changes in the company's business model. The purpose is to offer a broad view of the business strategy that enabled Rocket Lab to start from an amateur stage and reached operational and commercial maturity. The study of this case

can inspire decision makers, both in the public and private sectors.

Next, we will make a brief historical contextualization of the space sector, followed by a literature review on business model. Later, we will describe the method. After that, we will present and analyze the results. Finally, we will offer a discussion finalized by a conclusion.

## 2 GENERAL CONTEXT

The space age was born due to competition between countries. Only recently has the commercial aspect become significant value. The context in which Rocket Lab operates is the result of a historical evolution. To understand it, we have organized the evolution of the space sector in five phases.

The first phase, which was from V2 in 1944, to the last man on the Moon in 1972, became known as the "Space Race", characterized by intense competition between the USA and the Union of Soviet Socialist Republics(USSR). In addition to the dispute between the superpowers, the technological advances are also due to the leadership of two scientists: Werner Von Braun, for the USA, and Sergey Korolev, for the USSR. Both were visionaries ahead of their time and understood the potential of space exploration(BBC, 2005). During this period, military objectives had priority over scientific and commercial objectives. Although state-owned company COMSAT created INTELSAT and NASA launched some weather satellites, commercial use of space was still embryonic. Commercial communications were still experimental as in the case of the use of AT&T's Telstar 1 (1962) satellite. (BBC, 2005; YLE P, 2019).

From the last man to the Moon in 1972, to the dissolution of the USSR in 1991, we have the second phase. Governments and the military remain key players, but the space sector is no longer relying on visionaries of the caliber of Von Braun and Korolev (BBC, 2005). After man was taken to the lunar surface five times, the public interest diminished, which contributed to the reduction of the public budget. At the same time, as the U.S. government's demand for launches was high, it encouraged the development of the private sector. In 1989, McDonnell Douglas conducted the first commercial orbital launch in the U.S. (FAA, N/A; PYLE, 2019).



The third phase goes from the dissolution of the USSR in 1991 to the last flight of the space shuttle in 2011. With the reduction of the public budget, private public partnerships (PPPs) have become a trend. Purely private financing was still limited, as investors perceived a high risk in the space activities (FAA, N/A; PAIKOWSKY, 2017; WEINZIERL, 2088; PYLE, 2019). The space sector has gained new visionaries, represented notably by Elon Musk, Jeff Bezos, and Richard Branson, all successful entrepreneurs with a mindset formed in a globalized and digitized world. It is at this stage, in 2006, that Peter Beck founded Rocket Lab (DAVENPORT, 2018; NOTED, 2018).

From the last flight of the space shuttle in 2011 to the launch of the Falcon Heavy in 2018, we have the fourth phase, when the private sector consolidates. Visionary entrepreneurs associate their projects with the survival of humanity and renew the interest of the general public. For governments, financial resources remain scarce, but space exploration is seen as strategic. After the last flight of the space shuttle, the U.S. was nearly ten years without the ability to put astronauts into space and depended on the Russian spacecraft Soyuz. The solution found was to vigorously support the private initiative (FRISCHAUF et al., 2017; PYLE, 2019). Finally, on May 30, 2020, U.S. astronauts Robert Behnken and Douglas Hurley, aboard the Crew Dragon spacecraft, were launched by SpaceX's Falcon 9 Rocket and reached the International Space Station (NASA, 2020). Technological maturation leads to a lower perception of risk and greater interest from private investors (Space Angels, 2019). At the same time, the miniaturization of components allows the construction of smaller and smaller satellites, enabling the use of simpler rockets, as is the case of rocket Electron, from Rocket Lab (PYLE, 2019).

The current phase begins with the launch of the Falcon Heavy in 2018, an important milestone in the capacity of new companies in the sector. Billionaire visionaries and government agencies have long-term plans for the exploration of the Moon and Mars. The technologies that will emerge to meet these objectives will allow the opening of new markets, such as asteroid mining and tourism (PYLE, 2019).

While in the Space Race the US and the USSR were the only protagonists, currently the number of relevant nations is significantly higher. In the military field, the main disputes are between the U.S., China and Russia. Satellites provide critical services and governments need more satellites and systems to provide redundancy, increasing the strategic importance of the private space sector (NATO, 2018).

International collaboration is limited by legislation derived from national security interests. Even among allies, technology transfer is a sensitive point, as is the case with Rocket Lab. Although the company is North American, its subsidiary in New Zealand is obliged to follow Technology Safeguards Agreement (TSA). Regulatory issues should have more impacts as the danger of space junk becomes more evident (FFA, 2018; NATO, 2018).

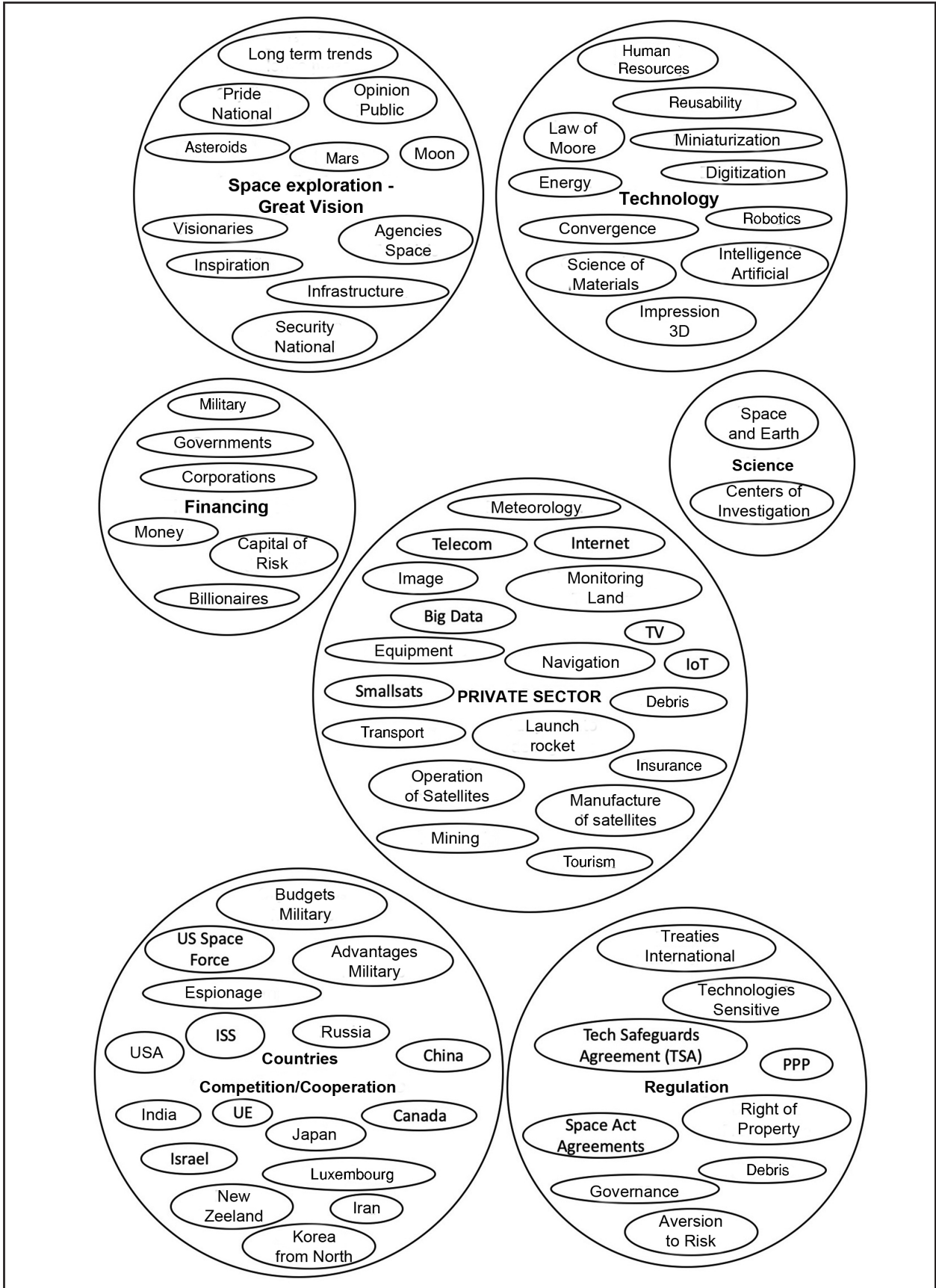
In the current phase, the space sector is quite diversified, and can be seen as a true ecosystem of innovation, business and entrepreneurship (ORLOVA et al., 2020; PAIKOWSKY, 2017).

The ecosystem perspective goes beyond the limits of the traditional vision of "industry", incorporating both the supply and demand side. This broad perspective considers all actors that impact the activities of a sector, including actors of various natures, such as technical, commercial, legal, social and financial. This perspective facilitates the identification of key actors, since it offers broad visualization and understandings, suitable for basing strategic decisions (ADNER, 2006; IANSITI; LEVIEN, 2004; VENKATRAMAN; LEE, 2004; METCALFE; RAMLOGAN, 2008; AUTIO; THOMAS, 2014; TSUJIMOTOA; KAJIKAWAA; TOMITA & MATSUMOTO, 2017). Emphasizing the private sector, Figure 1 presents an outline that consolidates key contextual aspects to be considered in business strategies.

Working in this complex environment, is Rocket Lab, case used for this research. The presentation of the history and peculiarities of this company are inserted in the Results and Analysis section. Next, we will deal with the theoretical concepts about business model that will be used in the analysis of the evolution of Rocket Lab.



Figure 1 - Outline of the ecosystem of the space sector.



Source: The author.

### 3 BUSINESS MODEL

A company's business model defines how it creates, delivers, and captures value. It represents the entrepreneur's hypothesis about what the client needs and how the company should be organized to profit by meeting these needs (TEECE, 2010).

The study of business models derives from business strategy studies. The emergence and strengthening of this perspective results from the economic changes of recent decades, particularly the intensification of global trade and the availability of information. This economic transformation has given consumers greater options and bargaining power, causing companies to prioritize customer needs.

At the same time, the perception was consolidated that a technological advance that allows the development of a new product or service must be connected to a business model that shows how that product or service should be launched on the market and generate profit. Otherwise, a huge technological development can become a fiasco if due attention is not paid to how it will be brought to market. A well-designed business model is seen as a competitive advantage (TEECE, 2010; ZOTT et al., 2011).

In the case of the space sector, the increase in private sector participation has changed the way of negotiating in this sector. In this line, we understand that the study of the business models of private companies, such as Rocket Lab, can contribute to the understanding of the current context.

It is important to highlight that the business model develops over time, especially in a context of uncertainties regarding technology and the market. When starting a new company, there are difficulties in defining its business model, although it develops as more information is obtained (ANDRIES et al., 2013). The "Value Proposition" offered by the company plays a central role in structuring the business model, being one of the first ideas that the entrepreneur develops. As the entrepreneur interacts with his stakeholders, this proposal evolves and impacts on the construction of the remaining of the business logic (REYMEN et al., 2017).

Among the conceptual understandings about the business model (MORRIS et al., 2005), we will adopt what was proposed by Osterwalder and Pigneur (2010), which is widely accepted in the academic community and known in practice by the name CANVAS. One of its advantages is the clear definition of the components of a business model. According to this perspective, a business model can be decomposed into nine dimensions, which will be evident in the "Results and Analysis" section.

### 4 METHOD

To achieve a broad understanding of Rocket Lab's business logic history, in this study two steps are worked on: critical event identification and content analysis.

In the first stage, we identified the critical events, that is, the actions or decisions taken by the companies. Considering that one of the sources for event identification is the analysis of documentation (VAN DE VEN; POOLE, 1990; REYMEN et al., 2015), in the case of this research, we first resorted to Rocket Lab's own website, where the relevant facts since January 1, 2013, are available.

However, as significant part of the current success of the company is due to facts that occurred in its first years of life, it is necessary to research older events. In order to do this, we use the Wayback Machine, a system made available by the Internet Archive, a not-profit organization that has been archiving websites since 1996. This collection represents a valuable source of data for scientific research, with more than 330 billion webpages, among other items. In the case of the study of business strategies, particularly for the understanding of the evolution of business models, archived data from websites offer a broad and chronologically organized perspective (ARORA et al., 2016).

To survey the history of events, we follow three steps. First, we search the term "Rocket Lab" in the "Wayback Machine" field of the "https://web.archive.org" website. This search returned the site <http://rocketlab.co.nz/>, the old company

<sup>1</sup> <https://www.rocketlabusa.com/news/updates>.

website. Then, using the various snapshots of the website “<http://rocketlab.co.nz/>” made available by the Wayback Machine, we extracted the relevant facts of the period, usually listed under the heading “news”. Finally, we added complementary information, originated from interviews of the company’s founders for the media (WALSH, 2008, BRADLEY, 2016, KEALL, 2017).

The second step is based on the chronological list of events obtained in the previous step. Each event has an intrinsic meaning that allows us to understand a given context (BOTT; TOURISH, 2016). This research takes a process approach, that is, it investigates a sequence of events and searches for patterns that describe how things evolve over time (LANGLEY, 1999; VAN DE VEN, 2007).

Based on this understanding, we performed a Content Analysis (DURIAU et al., 2007) on these data. During this analysis, we first identified the events that mark a strong change in the business logic of the case under study, which allowed us to divide the evolution of the company into phases. Continuing the analysis, for each phase we have interpreted their respective events in the light of the dimensions of the business model proposed by Osterwalder and Pigneur (2010). Finally, we designed the CANVAS templates for each phase.

## 5 RESULTS AND ANALYSIS

Adding the facts extracted from the Wayback Machine with those available on Rocket Lab’s current website, we identified 147 events. The interpretation of the sequence of events led us to divide the evolution of the company’s business model into four distinct phases. After each phase, we present the results with tables that summarize the main events of the period, on which are based the analysis and design of the CANVAS model of the respective phase.

### 5.1 First phase: Aspirations (1994 – 2006)

This phase is the one that precedes the founding of the Rocket Lab. Table 1 presents its main events. In the global context, we can highlight the foundation of Blue Origin (2000), SpaceX (2002), and Virgin Galactic (2004). The arrival of these startups in the space sector served as a source of inspiration and motivation.

**Table 1** – Main events of the first phase.

Date	Event
1994	Peter Beck works in Fisher & Paykel appliances store while developing rockets as a hobby.
2001	The Callaghan Innovation Institute, in Auckland, employs Beck, who continues to develop amateur rockets.
2005	Beck travels to the U.S. and is impacted by the entrepreneurial atmosphere, deciding to start projecting the “Atea” (atea means space, in the Maori language) and build suborbital rockets.

**Source:** The author.

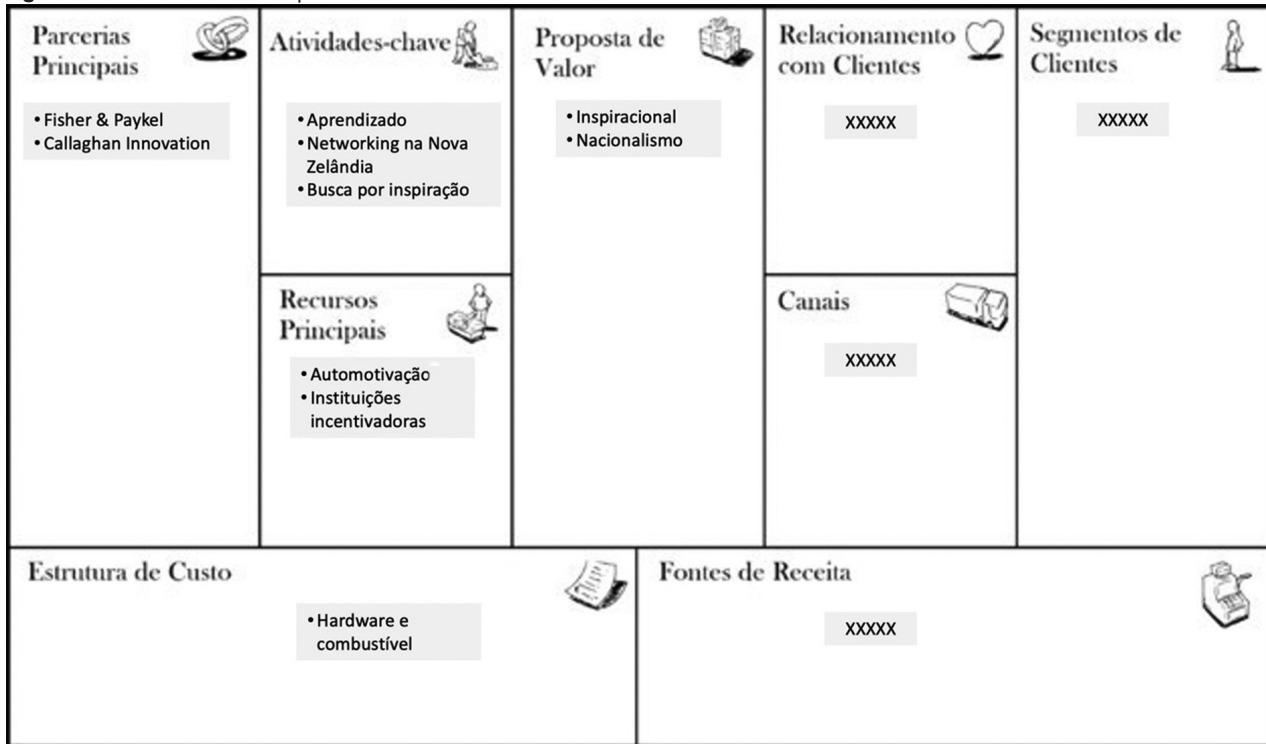
Still without a constituted company, Peter Beck allowed himself to dream and to accumulate knowledge about rockets. He had the sympathy of private companies and the New Zealand government. He adapted his projects to the peculiarities of New Zealand (THE ECONOMIST, 2018) and simultaneously “sold” the idea that the space would be “cool” for the country, which aroused national pride. The tipping point was his contact with the entrepreneurial mindset of the U.S., when he became convinced that he should professionalize his aspirations.

Figure 2 presents the business logic of this context. It is worth mentioning: (1) Value Proposition still quite abstract; (2) Key activities still limited to the Context of New Zealand; (3) there are no sources of revenue.

### 5.2 Second phase: Test (June 2006 – November 2009)

One can list as critical antecedents of this phase: (1) increased technical knowledge; (2) increase in the number of partners. During this second phase, at the global level, it is worth highlighting the contracts of USD 278 million (2006) and USD 1.6 billion (2008) between NASA and SpaceX, as well as the orbit launching of Falcon 1 (2008). These facts indicated a strengthening of the private sector. In the case of Rocket Lab, the main events are summarized in Table 2.

Figure 2 - CANVAS of the first phase.



Source: The author.

Table 2 - Main events of the second phase.

Date	Event
Jun/2006	Rocket Lab Ltd is incorporated in the USA.
Nov/2006	Beck and his partner, Mark Rocket, who made his fortune with Internet businesses, set goal of developing a suborbital rocket by the end of 2007.
May/2007	Partnership with Lanza Tech to develop rocket biofuels.
Jun/2007	First meeting with the Minister of Economic Development of New Zealand.
Jul/2007	Participation, in Australia, of attempted record-breaking speed by land vehicle.
Aug/2007	Model of the Atea-01 rocket receives great media coverage.
Nov/2007	Beck and Mark Rocket travel to Canada and the U.S. to get to know the market and to do networking.
Dec/2007	Rocket Lab patents a new type of rocket fuel, theoretically less polluting.
Apr/2008	In an interview, Beck and Mark Rocket stated that they were not discussing any partnership with NASA, and would not engage in anything related to the military, even if there was an investment offer.
Apr/2008	Partnership with the U.S. company Celestis to offer the service of launching human ashes into space. A suborbital launch of 1 gram of human ash is priced at USD 495.
Apr/2008	Negotiations with Microgravity Enterprises to offer drinks that have gone into space, such as the bottled water "Space <sup>2</sup> 0" and the energetic drink "Antimatter".
Apr/2008	Recovery parachute system successfully tested.
Jul/2009	Air New Zealand Gas Turbines collaborates with Rocket Lab in the development of rocket engines.
Nov/2009	First rocket in the Atea-1 series successfully flies for 22 seconds.

Source: The author.



Still without a mature business model, it aimed at suborbital flights and resisted any military connection. There was great uncertainty as to how best to draw business logic. This evidenced by the series of relatively random contacts with foreign scientists and companies, as well as by the negotiations to offer unusual services.

The main events of this phase are the incorporation of Rocket Lab, contacts with the New Zealand government and foreign companies, as well as the flight of the Atea-1 rocket. Figure 3 presents the business logic of this phase. The following stand out: (1) Shy Value Proposition (suborbital) and rejection of military clients; (2) expansion of key activities beyond New Zealand; (3) there are no sources of revenue.

### 5.3 Third phase: Military (November 2009 – October 2013)

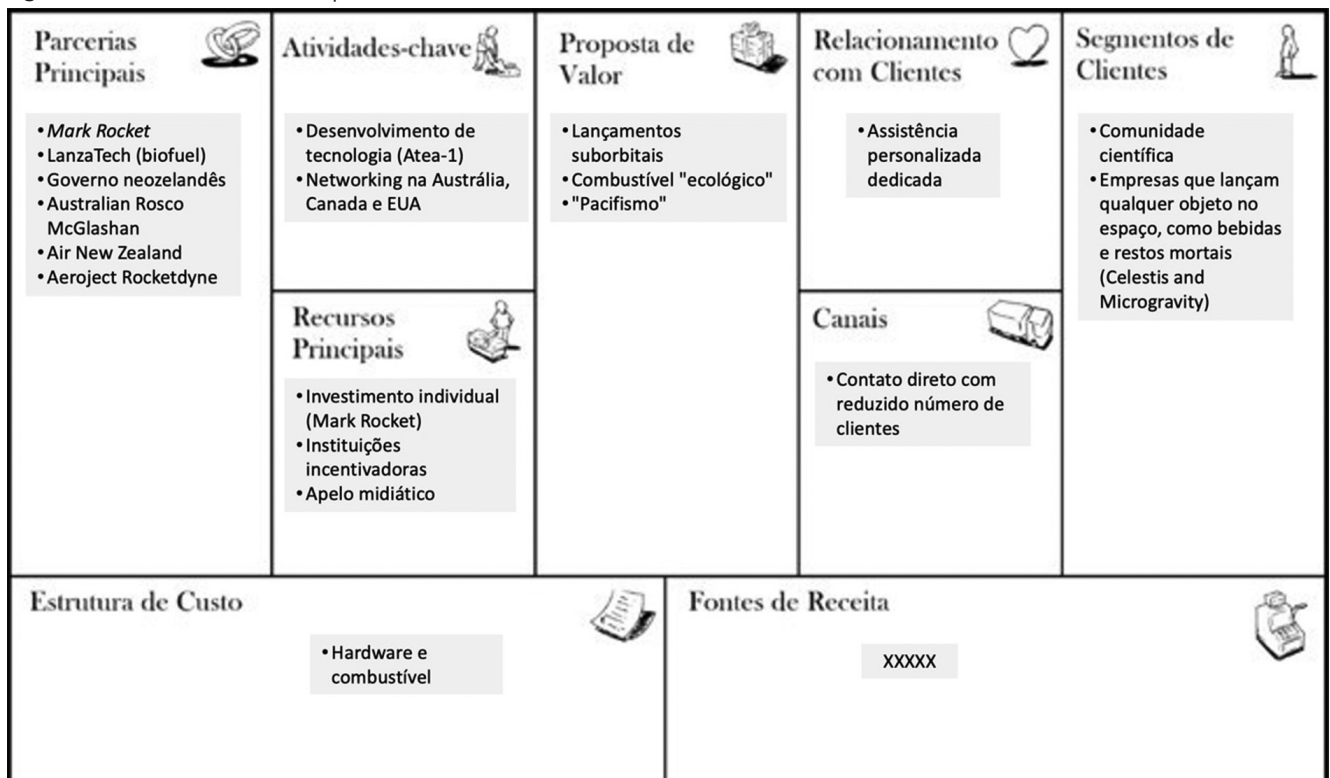
Rocket Lab finally reaches space. Critical background: (1) Atea-1 rocket reaches space; (2) NASA funding for launching startups. Internationally, the launch of Falcon 9 (2010) e o

last flight of the space shuttle (2011) are the most striking facts. In the case of Rocket Lab, Table 3 lists the main events.

The success of Atea-1 showed the world that Rocket Lab had reached an advanced technological level. What until recently seemed amateurish, now became a real possibility to launch loads into space. Because rocket technology is intrinsically associated with missile technology, the U.S. military began investing in the company (noting that Rocket Lab, despite operating in New Zealand, is incorporated in the U.S.). In addition to the need to control sensitive technology, the military saw an opportunity to develop small rockets capable of being quickly fired to meet urgent battlefield demands. It was an appropriate marriage between U.S. defense interests and the startup's investment needs.

U.S. military investments have profoundly altered the company's business logic. This new connection with military activities resulted in the departure of one of its founders, Mark Rocket. The company began to focus on military partners and customers, both in the U.S. and Australia.

Figure 3 - CANVAS of the second phase.



Source: The author.

**Table 3** - Main events of the third phase.






Date	Event
Apr/2010	Participation in the National Space Symposium in Colorado Springs, USA. The company talks to international companies about possible technology exchanges.
May/2010	Andrews Space Inc, a company specializing in special transportation, approves Rocket Lab as its supplier.
Jul/2010	Rocket Lab receives investment from the U.S. Office of Naval Research (ONR) to research new types of propulsion and fuels.
Dec/2010	Contract with the U.S. Operationally Responsive Space Office (ORS) to study engines and avionics to launch smallsats into low and polar orbit.
Jan/2011	Important successes are achieved in the development of propulsion system, avionics, launch, and recovery.
Feb/2011	Contract with DARPA, USA, to develop new type of propellant.
Mar/2011	Contract with L2 Aerospace to develop new generation of systems for rapid rocket launch.
Jun/2011	Rocket Lab announces the resignation of Mark Rocket as director of the company.
Sep/2011	New research contracts with DARPA and ONR.
Oct/2011	Development, in partnership with InstantEye's L2 Aerospace, of a small, lightweight, portable standalone rocket for battlefield reconnaissance.
Feb/2012	Rocket Lab demonstrates InstantEyes for U.S. and NATO military.
Jun/2012	The HI-Noz carbon phenolic ablative material technology, developed by Rocket Lab is selected to be used in the Patriot missiles.
Nov/2012	Rocket Lab demonstrates new propellant and propulsion system (Viscous Liquid Monopropellants - VLM), which was sponsored by DARPA and ONRG. The VLM is seen by propulsion experts and military personnel as a major technological achievement of Rocket Lab.
Jan/2013	The New Zealand government, through its Callaghan Innovation Institute, delivers funds to Rocket Lab as a way to encourage innovation.

**Source:** The author.

The main events of this phase are the U.S. military support for Rocket Lab, the development of InstantEyes, the departure of Mark Rocket, and the improvement of the propulsion system. Figure 4 presents the logic of the business of

that phase. The following stand out: (1) Value Proposition for orbital flights; (2) the military aspects strongly permeated the company's activities and impacted the choice of customers and partners.

Figure 4 - CANVAS of the third phase.

<p><b>Parcerias Principais</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forças Armadas dos EUA (ONR; ORS)</li> <li>• NASA</li> <li>• DARPA</li> <li>• L2 Aerospace</li> <li>• Governo neozelandês</li> <li>• Callaghan Innovation</li> <li>• Andrews Space (agora Spaceflight)</li> <li>• Air New Zealand</li> <li>• Aerojet Rocketdyne</li> <li>• University of Auckland</li> <li>• University of Canterbury</li> </ul>	<p><b>Atividades-chave</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento tecnológico:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veículo de lançamento orbital</li> <li>• Narizes para foguetes</li> <li>• Mísseis e VANT</li> <li>• Networking nos EUA</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Proposta de Valor</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lançamento para órbitas baixas e órbita polar</li> <li>• Baixo custo</li> <li>• Alta frequência</li> <li>• Tecnologia avançada ("Instant Eyes"; combustível; motores Rutherford)</li> </ul>	<p><b>Relacionamento com Clientes</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assistência personalizada dedicada</li> </ul>	<p><b>Segmentos de Clientes</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forças Armadas dos EUA</li> <li>• Empresas de "Rideshare"</li> <li>• Forças Armadas Australianas</li> </ul>
<p><b>Recursos Principais</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Engenheiros</li> </ul>		<p><b>Canais</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contato direto com reduzido número de clientes</li> </ul>		
<p><b>Estrutura de Custo</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalações em Auckland</li> <li>• Pessoal</li> <li>• P&amp;D</li> </ul>		<p><b>Fontes de Receita</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investimentos do governo dos EUA</li> <li>• Investimentos do Callaghan Innovation</li> </ul>		

Source: The author.

### 5.4 Fourth phase: Business (October 2013 – currently)

The critical antecedents of this phase were: (1) consolidation of launch technology; (2) Rocket Lab's credibility endorsed by its military clients. In this fourth phase, Rocket Lab's business model matures. Table 4 presents the main events of the startup.

Rocket Lab's technological advances combined with the solid partnership with various U.S. military agencies and NASA have given the startup credibility. Particularly relevant was NASA's agreement to use resources, which gave Rocket Lab access not only to the U.S. agency's facilities, equipment and personnel, but primarily to knowledge. Realizing the company's potential, private investors decided to participate. It is interesting to note that Rocket Lab's success preceded the attention given by the New Zealand government to space activities. The New Zealand Space Agency (NZSA) was established ten years after Rocket Lab was founded.

Excited by the initial achievements, Rocket Lab was motivated to expand its objectives, no longer seen as a simple supplier of defense products and services, to position itself as a company that intended to cause a disruption in the space sector. To do so, it would offer Electron for customized smallsats launches by a more diversified segmentation of consumers.

The company's strategic vision followed technological developments. There was the correct perception that the miniaturization of components had allowed the construction of smaller and smaller satellites, which implies that relatively small rockets are effective. As important as the perception of technological developments, there was a clear understanding that the market for smallsats would tend to grow. This insight allowed Rocket Lab to adjust its business model to serve its own niche market and avoid direct competition with large companies in the industry, such as ULA and Space X.

**Table 4** - Main events of the fourth phase.

Date	Event
Oct/2013	First round (A-Round) of venture capital investments company Khosla Ventures, based on Silicon Valley.
Dec/2013	Rocket Lab tests its Rutherford engine.
Jul/2014	Rocket Lab announces its plan to revolutionize the global space sector with the creation of Electron, a lightweight, low-cost rocket to make launching smallsats easier.
Mar/2015	Second round of venture capital investments. Lockheed Martin also makes a strategic investment.
Jul/2015	NASA signature to the Commercial Space Launch Act Agreement, which allows Rocket Lab to use NASA resources.
Aug/2015	Rocket Lab creates online system for satellite launch requests.
Oct/2015	NASA signing of \$6.95 million contract to launch cargo in low orbit.
Apr/2016	The New Zealand government creates the New Zealand Space Agency (NZSA).
Aug/2016	Following NASA's example, other companies such as Planet, Spiree Moon Express announce that they will use Electron to launch their satellites.
Sep/2016	Completion of the launching field (Launch Complex 1) on the Mahia Peninsula, in New Zealand.
Oct/2016	Beck states: "Rocket Lab wants to be small and agile in the commercial launch business. Electron will make highly frequent launches for USD 5 million each. Other options cost around USD 200 million and still have a long waiting time. We do not see ourselves as low-cost company, on the contrary, we offer premium launches. We offer the customer who usually hitches a ride on big rockets (ride sharing) a launch to the desired orbit at the time he needs it". Beck continues: "A satellite that was the size of a car, is now the size of a refrigerator. But next it's going to be the size of a microwave. This is important because it enables satellite companies to place any infrastructure in space at unprecedented cost and frequency".
Oct/2016	Investor Sir Stephen Tindall says Beck knows how to use language to explain the complexities of space science to anyone, especially investors.
Mar/2017	New round of investments. To date, investments total \$148 million and Rocket Lab was valued at USD 1 billion.
May/2017	Contract with Spaceflight, a launch service provider.
Jan/2018	Rocket Lab puts cargo into orbit using Electron.
Apr/2018	Partnered with York Space Systems to develop a standardized launch system for Electron rockets.
Aug/2018	Contract with Cicle Aerospace (Dubai-based company) for 10 Electrons launches.
Sep/2018	Contract with Kleos Space (Luxembourg-based company) to launch radio-transmission monitoring satellites for ships.
Oct/2018	Opening in Auckland, New Zealand, of factory for the intensive production of Electron rockets.
Nov/2018	Rocket Lab puts 7 satellites into orbit for several customers. This mission was dubbed "It's Business Time".
Nov/2018	New round of investments.
Dec/2018	Rocket Lab launches CubeSats for NASA.
Mar/2019	Rocket Lab launches R3D2 satellites for DARPA.
Apr/2019	Rocket Lab announces its "Spacecraft Program" and now offers, in an integrated way, both launch and spacecraft construction services.
May/2019	Rocket Lab launches three satellites for the U.S. Air Force.
Jul/2019	Rocket Lab celebrates the construction of the hundredth Rutherford engine, manufactured using 3D printers.
Aug/2019	Rocket Lab announces plans to reuse its Electron rockets.
Oct/2019	Partnership with Kongsberg Satellite Services to provide complete services including spacecraft design and construction, launch and follow-up from ground stations.
Dec/2019	Rocket Lab completes its tenth mission, reaching the mark of 47 satellites launched, with 100% success for its customers.

**Source:** The author.



The main events of this phase are the venture capital investments and contracts with de NASA and private companies. Figure 5 presents the business logic of this phase. The following stand out: (1) Value Proposition aimed at customized orbital flights; (2) Expansion of the network of partners and customers.

## 6 DISCUSSION AND CONCLUSION

Analysis of the evolution of CANVAS models indicates that the core of Rocket Lab’s business logic lies in its Value Proposition. From suborbital flights to the offer of integrated launch services, it has changed, but without losing the connection with the initial idea of reaching space. Now, the other dimensions of CANVAS have changed significantly to suit contextual opportunities. This adequacy is in line with the theory about business model, which argues that the most successful companies are those that test, learn and adjust their models over time (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2009; TEECE, 2010; ZOTT et al., 2011; REYMEN et al., 2017).

Beck’s entrepreneurial spirit was key. Through trial and error, he pursued his vision of reaching space, persisting in the development of his own technologies and understanding the opportunities of the market. The startup was born from an exclusively private initiative, then rare case in the launch sector. The connection with

the public sector consolidated after the initial successes in a time that the company still acted amateurishly. Beck changed his initial policy of not partnering with military projects and associated to the U.S. defense sector, reaching competence and credibility to, later, obtain private investments and to enter the civilian market.

To Beck’s personal merits, however, we should add other factors. By observing the evolution of the startup’s CANVAS model, one can note that there is a progressive enrichment in the “Main Partnerships”, which is consonant with the history of the space sector, in which advances depended on the work of interdependent groups, such as research centers, government agencies, and private enterprises.

Falcon 1, when it failed three times, it almost took SpaceX to bankruptcy, but the connections of Elon Musk with investors and with NASA allowed Falcon 1 to be launched one more time and to be successful. Blue Origin and Virgin Galactic hire many NASA scientists, with decades of experience (VANCE; SANDERS, 2015; DAVENPORT, 2018). NASA gives incentives for North American startups to use its facilities, an opportunity well used also by Rocket Lab (VIA SATELLITE, 2015). Despite the fact those are only a few examples, the lesson is that a diversified business environment is paramount for the flourishing of launch startups (CORALLO et al., 2014).

Figure 5 - CANVAS of the fourth phase.



Source: The author.

In the particular case of Rocket Lab, three questions deserve reflecting, (1) Would the startup have been born without the entrepreneurial spirit of Peter Beck and Mark Rocket? (2) Would it have reached the civilian market without passing through a “military phase”? (3) Would the business be sustainable by offering only services related to defense?

The success of Rocket Lab takes place amidst a large competition. There are dozens of companies developing small sized rockets, especially in the U.S. and China; however, the research point the fact that there is a market for some four or five companies only. What investors are looking for is for startups with disruptive concepts and not more of

the same (FRICK; NIEDERSTRASSER, 2018; FOUST, 2019; WERNER, 2019).

Summarizing, taking advantage of a favorable context in the private space sector, the business model of Rocket Lab evolves true to the vision of reaching space, that is, its Value Proposition has not lost its essence. Simultaneously, there was flexibility to adapt to the opportunities offered by new partnerships. The search for technological efficacy and the association to military partners gave the needed credibility for investors to place their resources. It was also paramount the interactions in a space ecosystem composed by varied actors.

## REFERENCES

- ADNER, Ron. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. **Harvard business review**, v. 84, n. 4, p. 98, 2006.
- ANDRIES, Petra; DEBACKERE, Koenraad; VAN LOOY, Bart. Simultaneous experimentation as a learning strategy: Business model development under uncertainty. **Strategic entrepreneurship journal**, v. 7, n. 4, p. 288-310, 2013.
- ARORA, Sanjay K. et al. Using the wayback machine to mine websites in the social sciences: a methodological resource. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 67, n. 8, p. 1904-1915, 2016.
- AUTIO, Erkkö; THOMAS, L. Innovation ecosystems. **The Oxford handbook of innovation management**, p. 204-288, 2014.
- BBC. Space Race. **BBC –Documentary**, 2005. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xcLphSY8PX0>>. Acesso em: 02 apr. 2019
- BofAML. To Infinity And Beyond – Global Space Primer. **Bank of America Merrill Lynch**, 2017. Disponível em: <<https://api.guidants.com/db/a2/1e1ffc185c1d44bd.pdf>>. Acesso em: 02 apr. 2019.
- BOTT, Gregory; TOURISH, Dennis. The critical incident technique reappraised: Using critical incidents to illuminate organizational practices and build theory. **Qualitative Research in Organizations and Management: An International Journal**, v. 11, n. 4, p. 276-300, 2016.
- BRADLEY, Grant. Peter Beck: The man with the one million-horsepower Rocket, **NZ Herald**, 14 Out 2016. Disponível em: <[https://www.nzherald.co.nz/business/news/article.cfm?c\\_id=3&objectid=11715402](https://www.nzherald.co.nz/business/news/article.cfm?c_id=3&objectid=11715402)>. Acesso em: 01 nov. 2019.
- CORALLO, Angelo; ERRICO, Fabrizio; LAZOI, Mariangela. The aerospace “networked” business model: Evidences and suggestions. **Universal Journal of Management**, v. 2, n. 4, p. 151-159, 2014.
- DAVENPORT, Christian. **The space barons: Elon Musk, Jeff Bezos, and the quest to colonize the cosmos**. Public Affairs, 2018.
- DURIAU, Vincent J.; REGER, Rhonda K.; PFARRER, Michael D. A content analysis of the content analysis literature in organization studies: Research themes, data sources, and methodological refinements. **Organizational research methods**, v. 10, n. 1, p. 5-34, 2007.
- FAA (N/A). Origins of the Commercial Space Industry. **Federal Aviation Administration**. Disponível em: <[https://www.faa.gov/about/history/milestones/media/Commercial\\_Space\\_Industry.pdf](https://www.faa.gov/about/history/milestones/media/Commercial_Space_Industry.pdf)>. Acesso em: 26 apr. 2019
- FAA. The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018. **Federal Aviation Administration** (FAA), 2108. Disponível em: <[https://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/ast/media/2018\\_ast\\_compendium.pdf](https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ast/media/2018_ast_compendium.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2019.
- FOUST, J. Investors seek disruptive space startups in an overcrowded market. **Space News**, 7 Mai 2019. Disponível em: <<https://spacenews.com/investors-seek-disruptive-space-startups-in-an-overcrowded-market/>>. Acesso em: 01 ago. 2019.
- FRICK, Warren; NIEDERSTRASSER, Carlos. Small Launch Vehicles-A 2018 State of the Industry Survey. 2018.32nd Annual AIAA/USU, **Conference on Small Satellites**. Disponível em: <[https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4118&context=s\\_mallsat](https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4118&context=s_mallsat)>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- FRISCHAUF, Norbert et al. New Space: New Business Models at the Interface of Space and Digital Economy: Chances in an Interconnected World. **New Space**, v. 6, n. 2, p. 135-146, 2018.
- IANSITI, M.; LEVIEN, R. Strategy as ecology. **Harvard business review**, v. 82, n. 3, p. 68-78, 126, 2004.
- KEALL, C. K. B. Why CNN's Rocket Lab report bugged the hell out of me. **NZ Herald**, 2 Nov 2018. Disponível em: <[https://www.nzherald.co.nz/business/news/article.cfm?c\\_id=3&objectid=12159204](https://www.nzherald.co.nz/business/news/article.cfm?c_id=3&objectid=12159204)>. Acesso em: 01 jul. 2019.

- LANGLEY, Ann. Strategies for theorizing from process data. **Academy of Management review**, v. 24, n. 4, p. 691-710, 1999.
- METCALFE, Stan; RAMLOGAN, Ronnie. Innovation systems and the competitive process in developing economies. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 48, n. 2, p. 433-446, 2008.
- MILLER, Jonathan. Space 3.0 – how it will solve problems here on Earth. **Stuff**, 09 Maio 2019. Disponível em: <<https://www.stuff.co.nz/business/innovation/112537392/space-30--how-it-will-solve-problems-here-on-earth>>. Acesso em: 01 jun. de 2019.
- MORGAN STALEY. Space: Investing in the Final Frontier. **Morgan Stanley**, 2019. Disponível em: <<https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- MORRIS, Michael; SCHINDEHUTTE, Minet; ALLEN, Jeffrey. The entrepreneur's business model: toward a unified perspective. **Journal of business research**, v. 58, n. 6, p. 726-735, 2005.
- Noted. The extraordinary story of how New Zealand entered the space race. **Noted**, 2018. Disponível em: <<https://www.noted.co.nz/money/business/rocket-lab-how-new-zealand-entered-space-race/>>. Acesso em: 30 set. 2019.
- NASA. NASA, SpaceX to Launch First Astronauts to Space Station from U.S. Since 2011, **NASA**. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/specials/dm2/>> Acesso em 18 jul. 2020.
- NATO. The Future of The Space Industry. **NATO – Economic and Security Committee (Esc)**, 2018. Disponível em: <<https://www.nato-pa.int/download-file?filename=sites/default/files/2018-12/2018%20-%20THE%20FUTURE%20OF%20SPACE%20INDUSTRY%20-%20BOCKEL%20REPORT%20-%20173%20ESC%2018%20E%20fin.pdf>> Acesso em: 20 maio 2019.
- ORLOVA, Alina; NOGUEIRA, Roberto; CHIMENTI, Paula. The Present and Future of the Space Sector: A Business Ecosystem Approach. **Space Policy**, p. 101374, 2020.
- OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. **Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers**. John Wiley & Sons, 2010.
- PAIKOWSKY, Degani. What is new space? The changing ecosystem of global space activity. **New Space**, v. 5, n. 2, p. 84-88, 2017.
- PYLE, Rod. **Space 2.0: How Private Spaceflight, a Resurgent NASA, and International Partners are Creating a New Space Age**. BenBella Books, 2019.
- REYMEN, Isabelle MMJ et al. Understanding dynamics of strategic decision making in venture creation: a process study of effectuation and causation. **Strategic entrepreneurship journal**, v. 9, n. 4, p. 351-379, 2015.
- REYMEN, Isabelle et al. Decision making for business model development: a process study of effectuation and causation in new technology based ventures. **R&D Management**, v. 47, n. 4, p. 595-606, 2017.
- SPACE ANGELS. U.S. Government Support of the Entrepreneurial Space Age. **Space Angels**, 2019. Disponível em: <<https://sbir.nasa.gov/content/publications>> Acesso em: 30 nov. 2019.
- TEECE, David J. Business models, business strategy and innovation. **Long range planning**, v. 43, n. 2-3, p. 172-194, 2010.
- THE ECONOMIST. Is New Zealand the world's best rocket-launching site? **The Economist**, 5 abril 2018. Disponível em: <<https://www.economist.com/science-and-technology/2018/04/05/is-new-zealand-the-worlds-best-rocket-launching-site>>. Acesso em: 01 jun. 2019.
- TSUJIMOTO, Masaharu et al. A review of the ecosystem concept—Towards coherent ecosystem design. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, p. 49-58, 2018.
- VANCE, Ashlee; SANDERS, Fred. **Elon Musk**. HarperCollins, 2015.
- VAN DE VEN, Andrew H.; POOLE, Marshall Scott. Methods for studying innovation development in the Minnesota Innovation Research Program. **Organization science**, v. 1, n. 3, p. 313-335, 1990.
- VENKATRAMAN, N.; LEE, Chi-Hyon. Preferential linkage and network evolution: A conceptual model and empirical test in the US video game sector. **Academy of Management Journal**, v. 47, n. 6, p. 876-892, 2004.
- VIA SATELLITE. Rocket Lab Signs NASA Partnership to Tap Launch Resources. **Via Satellite**, 31 Julho 2015. Disponível em: <<https://www.satellitetoday.com/business/2015/07/31/rocket-lab-signs-nasa-partnership-to-tap-launch-resources/>>. Acesso em: 01 abr. 2019.
- WALSH, Frances. Rocket Lab's Peter Beck and Mark Rocket on their space plans. **Metro**, 1 Abr 2008. Disponível em: <<https://www.metro.co.nz/society/society-etc/rocket-labs-peter-beck-and-mark-rocket-on-their-space-plans>>. Acesso em: 01 jun. 2019.
- WEF. Space. **World Economic Forum**, 2020. Disponível em: <<https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb000000pTDUEA2?tab=publications>>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- WEINZIERL, Matthew. Space, the final economic frontier. **Journal of Economic Perspectives**, v. 32, n. 2, p. 173-92, 2018.
- ZOTT, Christoph; AMIT, Raphael; MASSA, Lorenzo. The business model: recent developments and future research. **Journal of management**, v. 37, n. 4, p. 1019-1042, 2011.



# Modelos de negocios en el sector espacial: el caso de Rocket Lab

*Business models in the space sector: the case of Rocket Lab*

*Modelos de negócios no setor espacial: o caso da Rocket Lab*

Rodolfo Castelo Branco Wadovski<sup>1</sup>

## RESUMEN

*Este artículo analiza la evolución del modelo de negocio de una empresa privada de cohetes, Rocket Lab. En vista de los rápidos cambios en el sector espacial, en el que el sector privado es cada vez más relevante, se sabe poco acerca de los modelos de negocios más apropiados para los nuevos desafíos. A través de una encuesta longitudinal en los archivos de Internet, hemos estudiado los principales acontecimientos de la historia de Rocket Lab y hemos utilizado el modelo teórico CANVAS para analizar la evolución de la lógica de negocios de la empresa. Los resultados indican que la propuesta de valor siguió siendo el núcleo del modelo de negocios de la empresa, con la adopción de pequeños ajustes. Al mismo tiempo, los demás componentes del modelo de negocios sufrieron adaptaciones más significativas a lo largo del tiempo para satisfacer las necesidades de los socios clave, especialmente los militares.*

**Palabras clave:** Modelo de negocios. Sector espacial. Rocket Lab. Ecosistema.

## ABSTRACT

This article analyzes the evolution of the business model of a private rocket company, Rocket Lab. Given the rapid transformations of the space sector, where the private sector is increasingly relevant, little is known about the business models most appropriate to new challenges. Through a longitudinal search of Internet archives, we collected the main events in Rocket Lab history and use the CANVAS theoretical model to analyze the evolution

of the company's business logic. The results indicate that the value proposition remained the core of the company's business model, with small adjustments being adopted. At the same time, the other components of the business model have undergone more significant adaptations over time to meet the needs of important partners, especially the military.

**Keywords:** Business model. Space sector. Rocket Lab. Ecosystem.

## RESUMO

*Neste artigo, analisa-se a evolução do modelo de negócios de uma empresa privada de foguetes, a Rocket Lab. Diante das rápidas transformações do setor espacial, onde o setor privado tem cada vez mais relevância, pouco se sabe sobre os modelos de negócios mais apropriados aos novos desafios. Por meio de uma pesquisa longitudinal em arquivos da Internet, levantamos os principais eventos da história da Rocket Lab e utilizamos o modelo teórico CANVAS para analisar a evolução da lógica de negócios da empresa. Os resultados indicam que a proposta de valor permaneceu como o núcleo do modelo de negócios da empresa, adotados pequenos ajustes. Ao mesmo tempo, os outros componentes do modelo de negócios sofreram adaptações mais significativas ao longo do tempo para atender às necessidades de parceiros importantes, especialmente os militares.*

**Palavras-chave:** Modelo de negócios. Setor espacial. Rocket Lab. Ecosistema.

I. Escuela de Guerra Naval (EGN) – Rio de Janeiro/RJ – Brasil. Estudiante de doctorado en Administración por la COPPEAD/UFRJ. Email: rcbwadovski@gmail.com

Recibido: 11/12/19

Aceptado: 09/07/20

Las siglas y abreviaturas contenidas en el artículo corresponden a las del texto original en lengua portuguesa.



## 1 INTRODUCCIÓN

El sector de lanzamiento de cohetes se originó a partir de proyectos gubernamentales, como en los casos de los cohetes V2 y el Proyecto Apollo. Sin embargo, en el decenio de 1980, para satisfacer la creciente demanda de lanzamientos de satélites y operaciones de estaciones espaciales, los Estados Unidos de América (EE.UU.) modificaron su legislación para alentar la participación de empresas privadas (FAA, N/A; FRICK; NIEDERSTRASSER, 2018).

El sector privado floreció y en las dos décadas siguientes prevalecieron las compañías tradicionales con fuertes conexiones gubernamentales como Boeing, Lockheed Martin y Arianespace, pero la configuración de este mercado se ha transformado desde principios de este siglo. Surgieron startups centradas en el sector de los lanzamientos, con SpaceX, Blue Origin, Virgin Galactic y Rocket Lab como ejemplos significativos (DAVENPORT, 2018).

El tamaño general de la economía espacial, que combina los presupuestos públicos, los servicios de satélites, el equipo terrestre y los servicios de navegación, fue de USD 345 mil millones en 2018 (FFA, 2018). Estas cifras tienden a crecer y se estima que superarán el USD 1 billón hasta 2040 (BOAML, 2017; MORGAN STANLEY, 2019). Las actividades que necesitan infraestructura espacial son cada vez mayores y exigirán más ofertas de lanzamientos (WEF, 2020).

A pesar de la atractividad del mercado y de los avances en la tecnología, el número de empresas exitosas es bajo (FRICK; NIEDERSTRASSER, 2018). Esta cuestión está poco estudiada desde el punto de vista empresarial, ya que gran parte de la investigación en el sector espacial se dedica a aspectos tecnológicos (MILLER, 2019). En este sentido, cabe destacar que el desarrollo de una tecnología debe ir acompañado de un modelo de negocio para la innovación sostenible (TEECE, 2010).

En este artículo, presentaremos la evolución del modelo de negocio de Rocket Lab, identificando y analizando los principales eventos que dieron lugar a cambios significativos en el modelo de negocio de la empresa. El propósito es proporcionar una visión amplia de la estrategia empresarial que ha permitido a Rocket Lab comenzar desde una etapa de aficionado y alcanzar la madurez operacional y comercial. El estudio de este caso puede inspirar

a los tomadores de decisiones tanto en el sector público como en el privado.

A continuación, haremos una breve contextualización histórica del sector espacial, seguida de una revisión de la literatura sobre el modelo de negocios. Más tarde, describiremos el método. Después, presentaremos y analizaremos los resultados. Por último, ofreceremos un debate finalizado con una conclusión.

## 2 CONTEXTO GENERAL

La era espacial nació por la competencia entre países. Sólo recientemente el aspecto comercial ha adquirido un valor significativo. El contexto en el que opera Rocket Lab es el resultado de una evolución histórica. Para entenderlo, hemos organizado la evolución del sector espacial en cinco etapas.

La primera etapa, que fue de V2 en 1944 al último hombre en la Luna en 1972, se conoció como la “Carrera Espacial”, caracterizada por una intensa competencia entre los EE.UU. y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Además de la disputa entre las superpotencias, los avances tecnológicos también se deben al liderazgo de dos científicos: Werner Von Braun, por los EE.UU., y Sergey Korolev, por la URSS. Ambos eran visionarios adelantados a su tiempo y comprendían el potencial de la exploración espacial (BBC, 2005). En este período, los objetivos militares tenían prioridad sobre los objetivos científicos y comerciales. Aunque la empresa estatal COMSAT creó INTELSAT y la NASA lanzó algunos satélites meteorológicos, el uso comercial del espacio era todavía embrionario. Las comunicaciones comerciales todavía eran experimentales, como fue el caso del uso del satélite Telstar 1 (1962), de AT&T. (BBC, 2005; PYLE, 2019).

De la última visita del hombre a la luna en 1972 a la disolución de la URSS en 1991, tenemos la segunda etapa. Los gobiernos y los militares siguen siendo los principales actores, pero el sector espacial ya no tiene visionarios del calibre de Von Braun y Korolev (BBC, 2005). Después de que el hombre fue llevado a la superficie lunar cinco veces, el interés público disminuyó, lo que contribuyó a la reducción del presupuesto público. Al mismo tiempo, como la demanda de lanzamientos por parte del gobierno de los EE.UU. era alta, comenzó a fomentar el desarrollo del sector privado. En 1989 a McDonnell Douglas realizó el primer lanzamiento orbital comercial en los EE.UU. (FAA, N/A; PYLE, 2019).

La tercera etapa va desde la disolución de la URSS en 1991 hasta el último vuelo del transbordador espacial en 2011. Con la reducción del presupuesto público, las asociaciones público-privadas (PPP) se han convertido en una tendencia. La financiación puramente privada seguía siendo limitada, ya que los inversores percibían un alto riesgo en las actividades espaciales (FAA, N/A; PAIKOWSKY, 2017; WEINZIERL, 2088; PYLE, 2019). El sector espacial ha adquirido nuevos visionarios, representados en particular por Elon Musk, Jeff Bezos y Richard Branson, todos ellos empresarios de gran éxito con una mentalidad formada en un mundo globalizado y digitalizado. Fue en esta etapa, en 2006, que Peter Beck fundó Rocket Lab (DAVENPORT, 2018; NOTED, 2018).

Desde el último vuelo del transbordador espacial en 2011 hasta el lanzamiento del Falcon Heavy en 2018, tenemos la cuarta etapa, en la que se consolida el sector privado. Los emprendedores visionarios asocian sus proyectos con la supervivencia de la humanidad y renuevan el interés del público en general. Para los gobiernos, los recursos financieros siguen siendo escasos, pero la exploración espacial se considera estratégica. Después del último vuelo del transbordador espacial, los EE.UU. estuvieron casi diez años sin poder colocar astronautas en el espacio y dependían de la nave espacial rusa Soyuz. La solución encontrada fue apoyar enérgicamente la iniciativa privada (FRISCHAUF et al., 2017; PYLE, 2019). Finalmente, el 30 de mayo de 2020, los astronautas estadounidenses Robert Behnken y Douglas Hurley, a bordo de la nave espacial Crew Dragon, fueron lanzados por el Cohete Falcon 9, de SpaceX y llegaron a la Estación Espacial Internacional (NASA, 2020). La madurez tecnológica lleva a una menor percepción del riesgo y a un mayor interés de los inversores privados (Space Angels, 2019). Al mismo tiempo, la miniaturización de los componentes permite la construcción de satélites cada vez más pequeños, permitiendo el uso de cohetes más simples, como es el caso del cohete *Electron*, de Rocket Lab (PYLE, 2019).

La etapa actual comienza con el lanzamiento de *Falcon Heavy*, en 2018, un importante hito en la capacidad de las nuevas empresas del sector. Visionarios multimillonarios y agencias gubernamentales tienen planes a largo plazo para explorar la Luna y Marte. Las tecnologías que surgirán para cumplir estos objetivos abrirán

nuevos mercados, como la minería de asteroides y el turismo (PYLE, 2019).

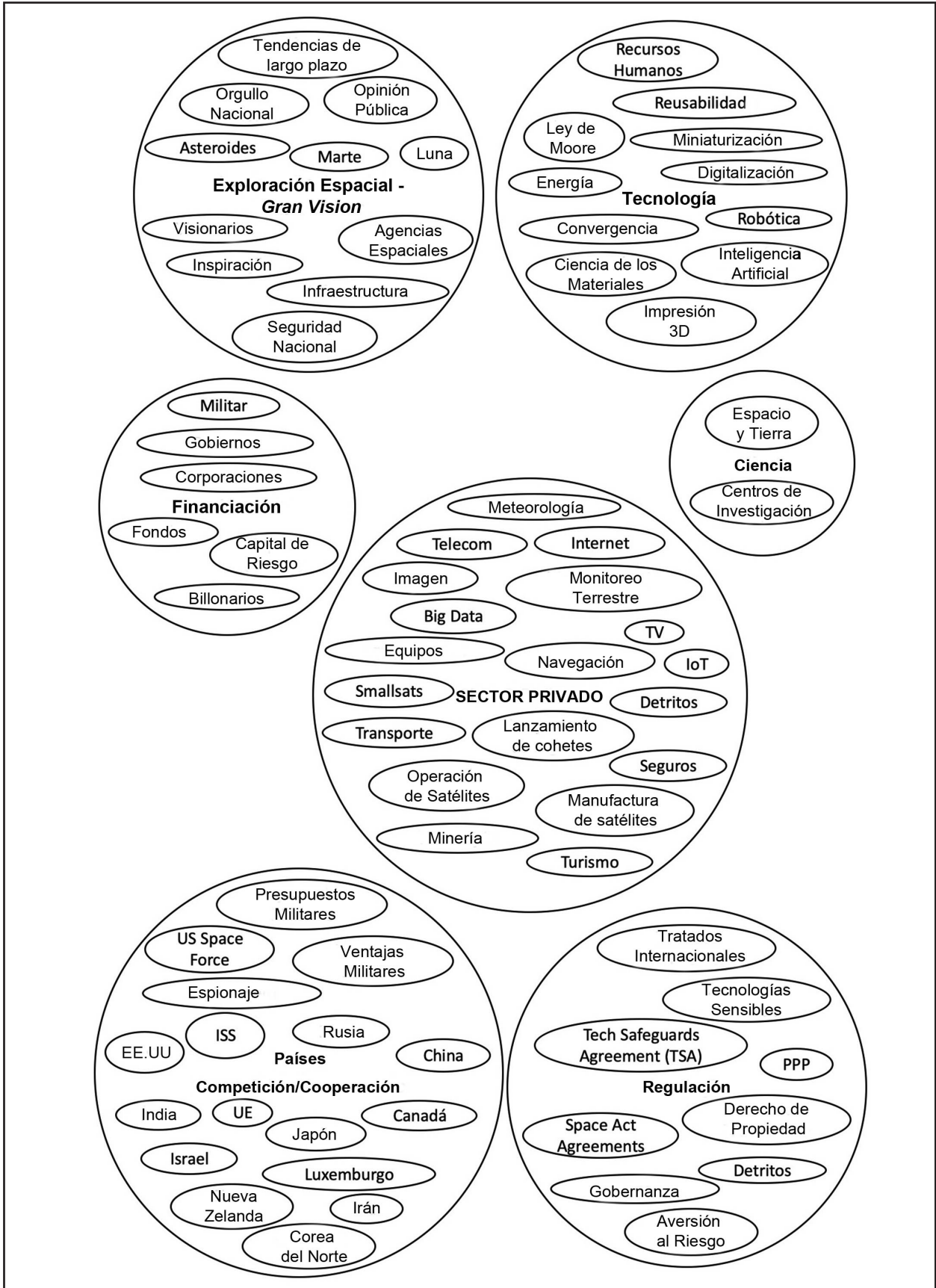
Mientras que en la Carrera Espacial los EE.UU. y la URSS fueron los únicos protagonistas, hoy en día el número de naciones relevantes es significativamente mayor. En el ámbito militar, las principales disputas son entre los EE.UU., China y Rusia. Los satélites prestan servicios críticos y los gobiernos necesitan más satélites y sistemas para proporcionar redundancia, lo que aumenta la importancia estratégica del sector espacial privado (NATO, 2018).

La colaboración internacional está limitada por la legislación derivada de los intereses relacionados con la seguridad nacional. Incluso entre los aliados, la transferencia de tecnología es un punto sensible, como es el caso de Rocket Lab. Aunque la compañía es norteamericana, su subsidiaria en Nueva Zelanda está obligada a seguir *Technology Safeguards Agreement* (TSA - Acuerdo de Salvaguardas Tecnológicas). Las cuestiones de reglamentación deberían tener más impacto a medida que el peligro de los desechos espaciales se hace más evidente (FFA, 2018; NATO, 2018).

En la etapa actual, el sector espacial está bastante diversificado y puede considerarse un verdadero ecosistema de innovación, negocios y emprendimiento (ORLOVA et al., 2020; PAIKOWSKY, 2017). La perspectiva del ecosistema va más allá de los límites de la tradicional visión de “industria”, incorporando tanto el lado de la oferta como el de la demanda. En esta amplia perspectiva se consideran todos los actores que influyen en las actividades de un sector, incluidos los actores de diversa índole, como los técnicos, comerciales, jurídicos, sociales y financieros. Esta perspectiva facilita la identificación de los actores clave, ya que ofrece una amplia visualización y comprensión, adecuada para fundamentar las decisiones estratégicas (ADNER, 2006; IANSITI; LEVIEN, 2004; VENKATRAMAN; LEE, 2004; METCALFE; RAMLOGAN, 2008; AUTIO; THOMAS, 2014; TSUJIMOTOA; KAJIKAWAA; TOMITA & MATSUMOTO, 2017). Haciendo hincapié en el sector privado, la Figura 1 presenta un esquema que consolida los aspectos contextuales clave que deben considerarse en las estrategias empresariales.

Actuando en este complejo entorno, se encuentra Rocket Lab, si se utiliza para esta investigación. La presentación de la historia y las peculiaridades de esta empresa se insertan en la sección de Resultados y Análisis. Los siguientes son los conceptos teóricos sobre el modelo de negocio que se utilizarán en el análisis de la evolución de Rocket Lab.

Figura 1 - Esquema del ecosistema del sector espacial.



Fuente: El autor.



### 3 MODELO DE NEGOCIOS

El modelo de negocios de una empresa define cómo crea, entrega y captura el valor. Representa la hipótesis del empresario sobre lo que el cliente necesita y cómo la empresa debe organizarse para obtener beneficios mediante la satisfacción de estas necesidades (TEECE, 2010).

El estudio de los modelos de negocios se deriva de los estudios de estrategia empresarial. La aparición y el fortalecimiento de esta perspectiva es el resultado de los cambios económicos de los últimos decenios, en particular la intensificación del comercio mundial y la disponibilidad de información. Esta transformación económica ha dado a los consumidores una mayor elección y poder de negociación, haciendo que las empresas den prioridad a las necesidades de los clientes.

Al mismo tiempo, se ha consolidado la percepción de que un avance tecnológico que permite el desarrollo de un nuevo producto o servicio debe estar conectado a un modelo de negocio que muestre cómo ese producto o servicio debe lanzarse al mercado y generar beneficios. De lo contrario, un enorme desarrollo tecnológico podría convertirse en un fracaso si no se presta suficiente atención a la forma en que se lleva al mercado. Un modelo de negocios bien desarrollado se considera una ventaja competitiva (TEECE, 2010; ZOTT et al., 2011).

En el caso del sector espacial, el aumento de la participación del sector privado ha cambiado la forma de negociar en este sector. En esta línea, entendemos que el estudio de los modelos de negocio de empresas privadas como Rocket Lab puede contribuir a la comprensión del contexto actual.

Es importante señalar que el modelo de negocios se desarrolla a lo largo del tiempo, especialmente en un contexto de incertidumbres en relación con la tecnología y el mercado. Cuando se inicia una nueva empresa, hay dificultades para definir su modelo de negocio, aunque se desarrolla a medida que se obtiene más información (ANDRIES et al., 2013). La “Propuesta de Valor” que ofrece la empresa juega un papel central en la estructuración del modelo de negocio, siendo una de las primeras ideas que desarrolla el emprendedor. A medida que el emprendedor

interactúa con sus *stakeholders*, esta propuesta evoluciona y impacta en la construcción del resto de la lógica del negocio (REYMEN et al., 2017).

Entre los entendimientos conceptuales sobre el modelo de negocios (MORRIS et al., 2005), adoptaremos la propuesta de Osterwalder y Pigneur (2010), que es ampliamente aceptado en la comunidad académica y conocido en la práctica por el nombre CANVAS. Una de sus ventajas es la clara definición de los componentes de un modelo de negocio. De acuerdo con esta perspectiva, un modelo de negocio puede ser dividido en nueve dimensiones, que serán evidentes en la sección de “Resultados y Análisis”.

### 4 MÉTODO

Para lograr una amplia comprensión de la historia de la lógica de negocios de Rocket Lab, este estudio trabaja con dos etapas: la identificación de los eventos críticos y el análisis del contenido.

En la primera etapa, identificamos los eventos críticos, es decir, las acciones o decisiones tomadas por las empresas. Considerando que una de las fuentes de identificación de los acontecimientos es el análisis de la documentación (VAN DE VEN; POOLE, 1990; REYMEN et al., 2015), en el caso de esta investigación, primero recurrimos al *website* de la propia Rocket Lab<sup>1</sup>, cuando se disponga de los datos pertinentes al 1 de enero de 2013.

Sin embargo, como una parte significativa del éxito actual de la empresa se debe a hechos ocurridos en sus primeros años, es necesario investigar hechos más antiguos. Para hacer esto, usamos el *Wayback Machine*, sistema proporcionado por Internet Archive, organización sin fines de lucro, que ha estado presentando *websites* desde 1996. Esta colección representa una valiosa fuente de datos para la investigación científica, con más de 330 mil millones de *webpages*, entre otros ítems. En el caso de los estudios de estrategias empresariales, en particular para comprender la evolución de los modelos de negocios, los datos archivados de *websites* ofrecen una perspectiva amplia y organizada cronológicamente (ARORA et al., 2016).

Para recoger el historial de los acontecimientos, seguimos tres etapas. Primero, buscamos el término “Rocket Lab” en el campo “*Wayback Machine*” del sitio *web* “<https://web.archive.org>”. Esta búsqueda devolvió el sitio *web* “<http://rocketlab.co.nz/>”, antiguo *website*

<sup>1</sup> <https://www.rocketlabusa.com/news/updates>.



empresa. Después, utilizando los diversos snapshots del website “<http://rocketlab.co.nz/>” proporcionados por *Wayback Machine*, extraemos los hechos relevantes del período, normalmente enumerados bajo el título “*news*”. Finalmente, añadimos información adicional de entrevistas de los fundadores de la empresa a los medios de comunicación (WALSH, 2008, BRADLEY, 2016, KEALL, 2017).

La segunda etapa se basa en la lista cronológica de eventos obtenida en la etapa anterior. Cada evento tiene un significado intrínseco que permite comprender un determinado contexto (BOTT; TOURISH, 2016). Esta investigación tiene un enfoque de proceso, es decir, investiga una secuencia de eventos y busca estándares que describan cómo evolucionan las cosas a lo largo del tiempo (LANGLEY, 1999; VAN DE VEN, 2007).

Basándonos en este entendimiento, llevamos a cabo un Análisis de Contenido (DURIAU et al., 2007) sobre esos datos. Durante este análisis, identificamos primero los acontecimientos que marcaron un fuerte cambio en la lógica de negocios del caso en estudio, lo que nos permitió dividir la evolución de la empresa en etapas. Continuando el análisis, para cada etapa, interpretamos sus respectivos acontecimientos a la luz de las dimensiones del modelo de negocio propuesto por Osterwalder y Pigneur (2010). Finalmente, diseñamos los modelos de CANVAS para cada etapa.

## 5 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Sumando los hechos extraídos de *Wayback Machine* con los disponibles en el *website* actual de Rocket Lab, identificamos 147 eventos. La interpretación de esta secuencia de acontecimientos nos llevó a dividir la evolución del modelo de negocio de la empresa en cuatro etapas distintas. Para cada etapa, presentamos los resultados con tablas que resumen los principales acontecimientos del período, que sirven de base para el análisis y el diseño del modelo CANVAS de la etapa respectiva.

### 5.1 Primera etapa: Aspiraciones (1994 – 2006)

Esta etapa es la que antecede la fundación de Rocket Lab. La Tabla 1 presenta sus principales eventos. En el contexto global, se puede destacar la fundación de Blue Origin (2000), de SpaceX (2002) y de Virgin Galactic (2004). La llegada de estas *startups* en el sector espacial sirvió de fuente de inspiración y motivación.

**Tabla 1** – Principales eventos de la primera etapa.

Fecha	Evento
1994	Peter Beck trabaja en una tienda de electrodomésticos <i>Fisher &amp; Paykel</i> mientras desarrolla cohetes como hobby.
2001	El instituto <i>Callaghan Innovation</i> , en Auckland, emplea Beck, que prosigue desarrollando cohetes de forma amateur.
2005	Beck viaja para los EE.UU. y es impactado por la atmosfera emprendedora, decidiendo iniciar el proyecto “Atea” ( <i>atea</i> significa espacio, en la lengua Maori) y construir cohetes suborbitales.

**Fuente:** El autor.









Aún sin una empresa formada, Peter Beck se permitió soñar y acumular conocimientos sobre cohetes. Tenía la simpatía de las empresas privadas y del gobierno de Nueva Zelanda. Adaptó sus proyectos a las peculiaridades de Nueva Zelanda (THE ECONOMIST, 2018) y simultáneamente “vendió” la idea de que el espacio sería “cool” (genial) para el país, lo que despertó el orgullo nacional. El punto de inflexión fue su contacto con la mentalidad emprendedora de los EE.UU., cuando se convenció de que debía profesionalizar sus aspiraciones.

La Figura 2 presenta la lógica del negocio de ese contexto. Cabe destacar: (1) Propuesta de Valor todavía muy abstracta; (2) Actividades clave aún limitadas al contexto de Nueva Zelanda; (3) no hay fuentes de ingresos.

### 5.2 Segunda etapa: Prueba (junio 2006 – noviembre de 2009)

Puede enumerar como antecedentes críticos de esta etapa: (1) aumento del conocimiento técnico; (2) aumento del número de socios. Durante esa segunda etapa, en el plan global, cabe destacar los contratos de USD 278 millones (2006) y de USD 1,6 mil millones (2008) entre la NASA y SpaceX, así como el lanzamiento en órbita de *Falcon 1* (2008). Estos hechos indicaban un fortalecimiento del sector privado. En el caso de Rocket Lab, los principales acontecimientos se resumen en la Tabla 2.

Figure 2 - CANVAS de la primera etapa.

<b>Alianzas Principales</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Fisher &amp; Paykel</li> <li>Callaghan Innovation</li> </ul>	<b>Actividades clave</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Aprendizaje</li> <li>Networking en Nueva Zelanda</li> <li>Búsqueda por inspiración</li> </ul>	<b>Propuesta de Valores</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Inspiracional</li> <li>Nacionalismo</li> </ul>	<b>Relación con Clientes</b>  <p>XXXXX</p>	<b>Segmentos de Clientes</b>  <p>XXXXX</p>
	<b>Recursos Principales</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Automotivación</li> <li>Instituciones incentivadoras</li> </ul>		<b>Canales</b>  <p>XXXXX</p>	
<b>Estructura de Costo</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Hardware y combustible</li> </ul>		<b>Fuentes de Ingresos</b>  <p>XXXXX</p>		

Fuente: El autor.

Tabla 2 - Principales eventos de la segunda etapa.

Data	Evento
Jun/2006	Rocket Lab Ltd se incorpora en los EE.UU.
Nov/2006	Beck y sus socios, Mark Rocket, que ha hecho una fortuna en el negocio de Internet, se fijó el objetivo de desarrollar un cohete suborbital para finales de 2007.
May/2007	Asociación con la empresa Lanza Tech para desarrollar biocombustibles para cohetes.
Jun/2007	Primer encuentro con el Ministro del Desarrollo Económico de Nueva Zelanda.
Jul/2007	Participación, en Australia, de intento de alcanzar una velocidad récord por vehículo terrestre.
Ago/2007	Maqueta del cohete Atea-01 recibe gran cobertura de los medios.
Nov/2007	Beck y Mark Rocket viajan hacia Canadá y los EE.UU. para conocer el mercado y realizar <i>Networking</i> .
Dic/2007	Rocket Lab patenta un nuevo tipo de combustible para cohetes, teóricamente menos contaminante.
Abr/2008	En una entrevista, Beck y Mark Rocket dijeron que no estaban discutiendo sobre ninguna asociación con la NASA, y que no se involucrarían en nada relacionado con los militares, incluso si hubiera una oferta de inversión.
Abr/2008	Asociación con Celestis de los EE.UU. para ofrecer el servicio de lanzamiento de cenizas humanas al espacio. El lanzamiento suborbital de 1 gramo de ceniza humana tiene un precio de USD 495.
Abr/2008	Negociaciones con la compañía Microgravity Enterprises para ofrecer bebidas que han ido al espacio, como el agua embotellada "Space <sup>2</sup> 0" y la bebida energética "Antimatter".
Abr/2008	Sistema de paracaídas de recuperación probado con éxito.
Jul/2009	Air New Zealand Gas Turbines colabora con Rocket Lab en el desarrollo de motores de cohetes.
Nov/2009	Primer cohete de la serie Atea-1 vuela con éxito por 22 segundos.

Fuente: El autor.

Aún sin un modelo de negocio maduro, estaba dirigido a los vuelos suborbitales y se resistía a cualquier conexión militar. Había una gran incertidumbre en cuanto a la mejor manera de diseñar la lógica del negocio. Esto se evidencia en la serie de contactos relativamente aleatorios con científicos y empresas extranjeras, así como en los tratos para ofrecer servicios inusuales.

Los principales acontecimientos de esta etapa son la incorporación de Rocket Lab, los contactos con el gobierno de Nueva Zelanda y las empresas extranjeras, así como el vuelo del cohete *Atea-1*. La Figura 3 presenta la lógica del negocio de esa etapa. Se destacan: (1) Propuesta de Valor tímida (suborbital) y rechazo a clientes militares; (2) expansión de las Actividades clave para además de Nueva Zelanda; (3) no hay fuentes de ingresos.

### 5.3 Tercera etapa: Militar (noviembre de 2009 – octubre de 2013)

Rocket Lab finalmente llega al espacio. Antecedentes críticos: (1) cohete *Atea-1* llega al espacio; (2) financiación de la NASA para *startups* de lanzamiento. Internacionalmente, el lanzamiento de *Falcon 9* (2010) y el último vuelo del ómnibus espacial (2011) son los hechos más

sorprendentes. En el caso de Rocket Lab, la Tabla 3 enumera los principales eventos.

El éxito de *Atea-1* mostró al mundo que Rocket Lab había alcanzado un nivel tecnológico avanzado. Lo que hasta hace poco parecía de principiantes, ahora se ha convertido en una posibilidad real de lanzar cargas al espacio. Como la tecnología de cohetes está intrínsecamente asociada a la tecnología de misiles, los militares de los Estados Unidos han comenzado a invertir en la empresa (cabe señalar que Rocket Lab, aunque opera en Nueva Zelanda, está constituida en los Estados Unidos). Además de la necesidad de controlar la tecnología sensible, los militares vieron la oportunidad de desarrollar cohetes pequeños capaces de ser desplegados rápidamente para satisfacer las demandas urgentes del campo de batalla. Era un matrimonio apropiado entre los intereses de la defensa de EE.UU. y las necesidades de inversión de *startup*.

Las inversiones militares de los Estados Unidos han alterado fundamentalmente la lógica comercial de la empresa. Esta nueva conexión con las actividades militares dio lugar a la salida de uno de sus fundadores, Mark Rocket. La compañía comenzó a centrarse en socios y clientes militares tanto en los Estados Unidos como en Australia.

Figura 3 - CANVAS de la segunda etapa.

<p><b>Alianzas Principales</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mark Rocket</li> <li>• LanzaTech (biofuel)</li> <li>• Gobierno neozelandés</li> <li>• Australian Rosco McGlashan</li> <li>• Air New Zealand</li> <li>• Aeroject Rocketdyne</li> </ul>	<p><b>Actividades clave</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de tecnología (Atea-1)</li> <li>• Networking en Australia, Canadá, y EE.UU.</li> </ul> <p><b>Recursos Principales</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión individual (Mark Rocket)</li> <li>• Instituciones incentivadoras</li> <li>• llamamiento a los medios</li> </ul>	<p><b>Propuesta de Valores</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lanzamientos suborbitales</li> <li>• Combustible "ecológico"</li> <li>• "Pacifismo"</li> </ul>	<p><b>Relación con Clientes</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atención personalizada dedicada</li> </ul> <p><b>Canales</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto directo con reducido número de clientes</li> </ul>	<p><b>Segmentos de Clientes</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidad científica</li> <li>• Empresas que lanzan cualquier objeto en el espacio, como bebidas y restos mortales (Celestis and microgravity)</li> </ul>
<p><b>Estructura de Costo</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hardware y combustible</li> </ul>		<p><b>Fuentes de Ingresos</b> </p> <p>XXXXX</p>		

Fuente: El autor.

**Tabla 3** - Principales eventos de la tercera etapa.

Data	Evento
Abr/2010	Participación en el <i>National Space Symposium</i> en Colorado Springs, EE.UU. La compañía conversa con compañías internacionales sobre posibles intercambios de tecnología.
May/2010	Andrews Space Inc, empresa especializada en transporte especial, aprueba Rocket Lab como su proveedor.
Jul/2010	Rocket Lab recibe inversión de <i>Office of Naval Research</i> (ONR), de los EE.UU, para investigación de nuevos tipos de propulsión y combustibles.
Dic/2010	Contrato con <i>Operationally Responsive Space Office</i> (ORS), de los EE.UU, para estudiar motores y aviónica para lanzar <i>smallsats</i> en órbita baja y polar.
Ene/2011	Éxitos importantes son logrados en el desarrollo de sistema de propulsión, aviónica, lanzamiento y recuperación.
Feb/2011	Contrato con DARPA, de los EUA, para desarrollar nuevo tipo de propulsor.
Mar/2011	Contrato con la L2 Aerospace para desarrollar nueva generación de sistemas para lanzamiento rápidos de cohetes.
Jun/2011	Rocket Lab anuncia la resignación de Mark Rocket de la posición de director de la empresa.
Sep/2011	Nuevos contratos de investigación con DARPA y ONR.
Oct/2011	Desarrollo, en alianza con L2 Aerospace, de <i>InstantEye</i> , un cohete autónomo, pequeño, ligero y portátil para reconocimiento del campo de batalla.
Feb/2012	Rocket Lab demuestra <i>InstantEyes</i> para militares de los EE.UU. y de la OTAN.
Jun/2012	La tecnología <i>HI-Nox carbono phenolic ablative material</i> , desarrollo por Rocket Lab, se selecciona para ser utilizada en los misiles <i>Patriot</i> .
Nov/2012	Rocket Lab demuestra nuevo propulsor y sistema de propulsão ( <i>Viscous Liquid Monopropellants</i> - VLM), lo cual fue patrocinado por DARPA y ONRG. VLM es visto por especialistas en propulsión y por militares como un gran hecho tecnológico de Rocket Lab.
Ene/2013	El gobierno de Nueva Zelanda, por medio de su instituto <i>Callaghan Innovation</i> , entrega fondo Rocket Lab como forma de incentivo a la innovación.









**Fuente:** El autor.

Los principales acontecimientos en esta etapa son el apoyo militar de los EE.UU. a Rocket Lab, el desarrollo de *InstantEyes*, la salida de Mark Rocket y la mejora del sistema de propulsión. La Figura 4 presenta la lógica

del negocio de esta etapa. Se destacan: (1) Propuesta de Valor visando vuelos orbitales; (2) los aspectos militares permearon fuertemente las actividades de la empresa e impactaron en la elección de los clientes y socios.



Figure 4 - CANVAS de la tercera etapa.

<p><b>Alianzas Principales</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerzas Armadas de los EE.UU. (ONR; ORS)</li> <li>• NASA</li> <li>• DARPA</li> <li>• L2 Aerospace</li> <li>• Gobierno neozelandés</li> <li>• Callaghan Innovation</li> <li>• Andrews Space (ahora Spaceflight)</li> <li>• Air New Zealand</li> <li>• Aerojet Rocketdyne</li> <li>• University of Auckland</li> <li>• University of Canterbury</li> </ul>	<p><b>Actividades clave</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo tecnológico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículo de lanzamiento orbital</li> <li>• Narices para cohetes</li> <li>• Misiles y VANT</li> </ul> </li> <li>• Networking en los EE.UU.</li> </ul>	<p><b>Propuesta de Valores</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lanzamientos para órbitas bajas y órbita polar</li> <li>• Bajo costo</li> <li>• Alta frecuencia</li> <li>• Tecnología avanzada ("Instant Eyes"; combustible; motores Rutherford)</li> </ul>	<p><b>Relación con Clientes</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atención personalizada dedicada</li> </ul>	<p><b>Segmentos de Clientes</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerzas Armadas de los EE.UU.</li> <li>• Empresas de "Rideshare"</li> <li>• Fuerzas Armadas Australianas</li> </ul>
<p><b>Recursos Principales</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingenieros</li> </ul>		<p><b>Canales</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto directo con reducido número de clientes</li> </ul>		
<p><b>Estructura de Costo</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones en Auckland</li> <li>• Personal</li> <li>• P&amp;D</li> </ul>		<p><b>Fuentes de Ingresos</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversiones del gobierno de los EE.UU.</li> <li>• Inversiones del Callaghan Innovation</li> </ul>		

Fuente: El autor.

#### 5.4 Cuarta etapa: Negocios (octubre 2013 – días actuales)

Los antecedentes críticos de esta etapa fueron: (1) consolidación de la tecnología de lanzamiento; (2) credibilidad de Rocket Lab endosada por sus clientes militares. En esta cuarta etapa, el modelo de negocio de Rocket Lab madura. La Tabla 4 presenta los principales eventos de *startup*.

Los avances tecnológicos de Rocket Lab, combinados con una sólida asociación con varias agencias militares de los EE.UU. y la NASA, han dado credibilidad a *startup*. Particularmente relevante fue el acuerdo para utilizar los recursos de la NASA, que dio acceso a Rocket Lab no solo a las instalaciones, equipo y personal de la agencia estadounidense, sino principalmente al conocimiento. Al darse cuenta del potencial de la empresa, los inversores privados decidieron participar. Es interesante observar que el éxito de Rocket Lab precedió a la atención prestada por el gobierno de Nueva Zelanda a las actividades

espaciales. *New Zealand Space Agency* (NZSA) fue creado diez años después de la fundación de Rocket Lab.

Entusiasmado por sus logros iniciales, Rocket Lab se vio motivada a ampliar sus objetivos de ser vista como una simple proveedora de productos y servicios de defensa a posicionarse como una empresa que pretendía causar una disrupción en el sector espacial. Para eso, ofrecería *Electron* para lanzamientos personalizados de *smallsats* por una segmentación más diversificada de consumidores.

La visión estratégica de la empresa ha seguido las evoluciones tecnológicas. Hubo la percepción correcta de que la miniaturización de los componentes permitió la construcción de satélites cada vez más pequeños, lo que implica que los cohetes relativamente pequeños son eficaces. Tan importante como la percepción de los avances tecnológicos, se entendió claramente que el mercado para *smallsats* tendería a crecer. Esta percepción permitió a Rocket Lab ajustar su modelo de negocio para adaptarse a un nicho de mercado propio y evitar la competencia directa con las grandes empresas del sector, como ULA y SpaceX.

**Tabla 4** - Principales eventos de la cuarta etapa.

Data	Evento
Oct/2013	Primera ronda ( <i>A-Round</i> ) de inversiones de capital de riesgo de la empresa Khosla Ventures, basada en Valle del Silicio.
Dic/2013	Rocket Lab testa su motor Rutherford.
Jul/2014	Rocket Lab anuncia su plan de revolucionar el sector global espacial con la creación de <i>Electron</i> , un cohete ligero y de bajo costo para hacer el lanzamiento de <i>smallsats</i> más fácil.
Mar/2015	Segunda ronda de inversiones de capital de riesgo. Lockheed Martin también hace una inversión estratégica.
Jul/2015	Firma con la NASA de <i>Commercial Space Launch Act Agreement</i> , lo cual permite que Rocket Lab utilice recursos de la NASA.
Ago/2015	Rocket Lab crea sistema en línea para solicitudes de lanzamientos de satélites.
Oct/2015	Firma con la NASA de contrato de USD 6,95 millones para lanzar carga en órbita baja.
Abr/2016	El gobierno de Nueva Zelanda crea a <i>New Zealand Space Agency</i> (NZSA).
Ago/2016	Siguiendo el ejemplo de la NASA, otras empresas como Planet, Spiree Moon Express anuncian que usarán el <i>Electron</i> para lanzar sus satélites.
Sep/2016	Finalización del campo de lanzamiento ( <i>Launch Complex 1</i> ) en la Península Mahia, en Nueva Zelanda.
Oct/2016	Beck declara: “Rocket Lab quiere ser pequeño y ágil en el negocio de los lanzamientos comerciales. <i>Electron</i> hará lanzamientos altamente frecuentes por USD 5 millones cada. Otras opciones cuestan aproximadamente USD 200 millones y todavía tienen mucho tiempo para esperar. No nos vemos como una compañía de bajo costo, al contrario, ofrecemos lanzamientos de primera calidad. Ofrecemos al cliente que normalmente viaja en grandes cohetes (ride sharing) un lanzamiento a la órbita deseada en el momento que lo necesite”. Beck continúa: “Un satélite que solía ser del tamaño de un coche es ahora del tamaño de un refrigerador. Pero lo siguiente será del tamaño de un microondas. Eso es importante porque permite a las empresas de satélites poner cualquier infraestructura en el espacio a un costo y frecuencia sin precedentes”.
Oct/2016	El inversor Sir Stephen Tindall dice que Beck puede usar el lenguaje para explicar las complejidades de la ciencia espacial a cualquiera, especialmente a los inversores.
Mar/2017	Nueva ronda de inversiones. Hasta la fecha, las inversiones ascienden a USD 148 millones y Rocket Lab fue valorado en USD 1 mil millones.
May/2017	Contrato con Spaceflight, empresa proveedora de servicios de lanzamiento.
Ene/2018	Rocket Lab pone la carga en órbita usando <i>Electron</i> .
Abr/2018	Alianza con <i>York Space Systems</i> para desarrollar un sistema estandarizado de lanzamiento para los cohetes <i>Electron</i> .
Ago/2018	Contrato con Cicle Aerospace (empresa con sede en Dubai) para 10 lanzamientos de <i>Electrons</i> .
Sep/2018	Contrato con Kleos Space (empresa con sede en Luxemburgo) para lanzamiento de satélites de monitoreo de radiotransmisión de navíos.
Oct/2018	Inauguración en Auckland, Nueva Zelanda, de fábrica para la producción intensiva de los cohetes <i>Electron</i> .
Nov/2018	Rocket Lab pone 7 satélites en órbita para diversos clientes. Esa misión fue llamada de “It’s Business Time”.
Nov/2018	Nueva ronda de inversiones.
Dic/2018	Rocket Lab lanza <i>CubeSats</i> para la NASA.
Mar/2019	Rocket Lab lanza los satélites R3D2 para la DARPA.
Abr/2019	Rocket Lab anuncia su “Spacecraft Program” y pasa a ofrecer, de forma integrada, tanto de servicios de lanzamiento cuanto de construcción de naves espaciales.
May/2019	Rocket Lab lanza tres satélites para la U.S. Air Force.
Jul/2019	Rocket Lab celebra la construcción del centésimo motor <i>Rutherford</i> , fabricado utilizándose impresoras 3D.
Ago/2019	Rocket Lab anuncia planes para reutilizar sus cohetes <i>Electrons</i> .
Oct/2019	Alianza con Kongsberg Satellite <i>Services</i> para ofrecer servicios completos, incluyendo proyectos y construcción de naves espaciales, lanzamiento y seguimiento a partir de estaciones en el suelo.
Dic/2019	Rocket Lab concluye su décima misión, logrando la marca de 47 satélites lanzados, con el 100% de éxito para sus clientes.

**Fuente:** El autor.

Los principales eventos de esta etapa son las inversiones de capital de riesgo y los contratos con la NASA y las empresas privadas. La Figura 5 presenta la lógica del negocio de esta etapa. Se destacan: (1) Propuesta de Valor que apunta a vuelos orbitales personalizados; (2) Ampliación de la red de socios y clientes.

## 6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El análisis de la evolución de los modelos de CANVAS indica que el núcleo de la lógica de negocios de Rocket Lab está en su Propuesta de Valor. De los vuelos suborbitales a la oferta de servicios integrados de lanzamientos, ha cambiado, pero sin perder la conexión con la idea inicial de llegar al espacio. Las otras dimensiones de CANVAS han cambiado significativamente para adaptarse a las oportunidades del contexto. Esta adecuación está en línea con la teoría del modelo de negocios, que sostiene que las empresas más exitosas son aquellas que prueban, aprenden y ajustan sus modelos a lo largo del tiempo (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2009; TEECE, 2010; ZOTT et al., 2011; REYMEN et al., 2017).

El espíritu emprendedor de Beck era fundamental. A través del ensayo y el error, persiguió su visión de llegar al espacio, persistiendo en el desarrollo de sus propias tecnologías y en la comprensión de las oportunidades de mercado.

La *startup* nació de una iniciativa exclusivamente privada, un caso raro en aquel momento en el sector de

los lanzamientos. La conexión con el sector público se consolidó después de los éxitos iniciales de una época en la que la empresa aún funcionaba de forma amateur. Beck cambió su política inicial de no asociarse con proyectos militares y se unió al sector de la defensa de los EE.UU., logrando competencia y credibilidad para luego obtener inversiones privadas y entrar en el mercado civil.

Sin embargo, a los méritos personales de Beck debemos añadir otros factores. Observando la evolución de los modelos de CANVAS de la *startup*, se observa que hay un enriquecimiento progresivo en las “Grandes Alianzas”, lo que está en consonancia con la historia del sector espacial, donde los avances han dependido de la labor de grupos interdependientes como centros de investigación, organismos gubernamentales y empresas privadas.

*Falcon 1*, al fallar tres veces, casi llevó a SpaceX en bancarota, pero las conexiones de Elon Musk con los inversores y con la NASA permitieron que *Falcon 1* fue liberado una vez más y tuvo éxito. Blue Origin y Virgin Galactic contratan a muchos científicos de la NASA con décadas de experiencia (VANCE; SANDERS, 2015; DAVENPORT, 2018). La NASA incentiva *startups* norteamericanas a utilizar sus instalaciones, oportunidad bien aprovechada también por Rocket Lab (VIA SATELLITE, 2015). Aunque estos son solo algunos ejemplos, la lección es que un entorno empresarial diverso es clave para el florecimiento de *startups* de lanzamiento (CORALLO et al., 2014).

Figura 5 - CANVAS de la cuarta etapa.



Fuente: El autor.

En el caso particular de Rocket Lab, hay tres cuestiones que merecen reflexión. (1) ¿La *startup* tendría nacido sin el espíritu emprendedor de Peter Beck y Mark Rocket? (2) ¿Habría sido capaz de llegar al mercado civil sin pasar por una “etapa militar”? (3) ¿Sería sostenible el negocio ofreciendo sólo servicios relacionados con la defensa?

El éxito de Rocket Lab se produce en medio de una gran competencia. Hay docenas de empresas que desarrollan pequeños cohetes, especialmente en los EE.UU. y China, sin embargo, las investigaciones indican que hay mercado de cuatro o cinco. Lo que los inversionistas buscan son *startups* de conceptos disruptivos y no más de lo mismo

(FRICK; NIEDERSTRASSER, 2018; FOUST, 2019; WERNER, 2019).

En resumen, aprovechando un contexto favorable del sector espacial privado, el modelo de negocio de Rocket Lab evoluciona fiel a su visión de llegar al espacio, es decir, su Propuesta de Valor no ha perdido su esencia. Al mismo tiempo, había flexibilidad para adaptarse a las oportunidades que ofrecían las nuevas asociaciones. La búsqueda de eficiencia tecnológica y la asociación con socios militares dieron la credibilidad necesaria para que los inversores aportaran recursos. También fueron fundamentales las interacciones en un ecosistema espacial, compuesto por varios actores.

## REFERENCIAS

ADNER, Ron. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. **Harvard business review**, v. 84, n. 4, p. 98, 2006.

ANDRIES, Petra; DEBACKERE, Koenraad; VAN LOOY, Bart. Simultaneous experimentation as a learning strategy: Business model development under uncertainty. **Strategic entrepreneurship journal**, v. 7, n. 4, p. 288-310, 2013.

ARORA, Sanjay K. et al. Using the wayback machine to mine websites in the social sciences: a methodological resource. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 67, n. 8, p. 1904-1915, 2016.

AUTIO, Erkkö; THOMAS, L. Innovation ecosystems. **The Oxford handbook of innovation management**, p. 204-288, 2014.

BBC. Space Race. **BBC –Documentary**, 2005. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=xcLphSY8PX0>>. Acesso em: 02 apr. 2019

BofAML. To Infinity And Beyond – Global Space Primer. **Bank of America Merrill Lynch**, 2017. Disponível em: <<https://api.guidants.com/db/a2/1e1ffc185c1d44bd.pdf>>. Acesso em: 02 apr. 2019.

BOTT, Gregory; TOURISH, Dennis. The critical incident technique reappraised: Using critical incidents to illuminate organizational practices and build theory. **Qualitative Research in Organizations and Management: An International Journal**, v. 11, n. 4, p. 276-300, 2016.

BRADLEY, Grant. Peter Beck: The man with the one million-horsepower Rocket, **NZ Herald**, 14 Out 2016. Disponível em: <[https://www.nzherald.co.nz/business/news/article.cfm?c\\_id=3&objectid=11715402](https://www.nzherald.co.nz/business/news/article.cfm?c_id=3&objectid=11715402)>. Acesso em: 01 nov. 2019.

CORALLO, Angelo; ERRICO, Fabrizio; LAZOI, Mariangela. The aerospace “networked” business model: Evidences and suggestions. **Universal Journal of Management**, v. 2, n. 4, p. 151-159, 2014.

DAVENPORT, Christian. **The space barons: Elon Musk, Jeff Bezos, and the quest to colonize the cosmos**. Public Affairs, 2018.

DURIAU, Vincent J.; REGER, Rhonda K.; PFARRER, Michael D. A content analysis of the content analysis literature in organization studies: Research themes, data sources, and methodological refinements. **Organizational research methods**, v. 10, n. 1, p. 5-34, 2007.

FAA (N/A). Origins of the Commercial Space Industry. **Federal Aviation Administration**. Disponível em: <[https://www.faa.gov/about/history/milestones/media/Commercial\\_Space\\_Industry.pdf](https://www.faa.gov/about/history/milestones/media/Commercial_Space_Industry.pdf)>. Acesso em: 26 apr. 2019

FAA. The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018. **Federal Aviation Administration** (FAA), 2108. Disponível em: <[https://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/ast/media/2018\\_ast\\_compendium.pdf](https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ast/media/2018_ast_compendium.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2019.

FOUST, J. Investors seek disruptive space startups in an overcrowded market. **Space News**, 7 Mai 2019. Disponível em: <<https://spacenews.com/investors-seek-disruptive-space-startups-in-an-overcrowded-market/>>. Acesso em: 01 ago. 2019.

FRICK, Warren; NIEDERSTRASSER, Carlos. Small Launch Vehicles-A 2018 State of the Industry Survey. 2018.32nd Annual AIAA/USU, **Conference on Small Satellites**. Disponível em: <[https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4118&context=s\\_mallsat](https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4118&context=s_mallsat)>. Acesso em: 15 jun. 2019.

FRISCHAUF, Norbert et al. New Space: New Business Models at the Interface of Space and Digital Economy: Chances in an Interconnected World. **New Space**, v. 6, n. 2, p. 135-146, 2018.

IANSITI, M.; LEVIEN, R. Strategy as ecology. **Harvard business review**, v. 82, n. 3, p. 68-78, 126, 2004.

KEALL, C. K. B. Why CNN's Rocket Lab report bugged the hell out of me. **NZ Herald**, 2 Nov 2018. Disponível em: <[https://www.nzherald.co.nz/business/news/article.cfm?c\\_id=3&objectid=12159204](https://www.nzherald.co.nz/business/news/article.cfm?c_id=3&objectid=12159204)>. Acesso em: 01 jul. 2019.



- LANGLEY, Ann. Strategies for theorizing from process data. **Academy of Management review**, v. 24, n. 4, p. 691-710, 1999.
- METCALFE, Stan; RAMLOGAN, Ronnie. Innovation systems and the competitive process in developing economies. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 48, n. 2, p. 433-446, 2008.
- MILLER, Jonathan. Space 3.0 – how it will solve problems here on Earth. **Stuff**, 09 Maio 2019. Disponível em: <<https://www.stuff.co.nz/business/innovation/112537392/space-30--how-it-will-solve-problems-here-on-earth>>. Acesso em: 01 jun. de 2019.
- MORGAN STALEY. Space: Investing in the Final Frontier. **Morgan Stanley**, 2019. Disponível em: <<https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- MORRIS, Michael; SCHINDEHUTTE, Minet; ALLEN, Jeffrey. The entrepreneur's business model: toward a unified perspective. **Journal of business research**, v. 58, n. 6, p. 726-735, 2005.
- Noted. The extraordinary story of how New Zealand entered the space race. **Noted**, 2018. Disponível em: <<https://www.noted.co.nz/money/business/rocket-lab-how-new-zealand-entered-space-race/>>. Acesso em: 30 set. 2019.
- NASA. NASA, SpaceX to Launch First Astronauts to Space Station from U.S. Since 2011, **NASA**. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/specials/dm2/>> Acesso em 18 jul. 2020.
- NATO. The Future of The Space Industry. **NATO – Economic and Security Committee (Esc)**, 2018. Disponível em: <<https://www.nato-pa.int/download-file?filename=sites/default/files/2018-12/2018%20-%20THE%20FUTURE%20OF%20SPACE%20INDUSTRY%20-%20BOCKEL%20REPORT%20-%20173%20ESC%2018%20E%20fin.pdf>> Acesso em: 20 maio 2019.
- ORLOVA, Alina; NOGUEIRA, Roberto; CHIMENTI, Paula. The Present and Future of the Space Sector: A Business Ecosystem Approach. **Space Policy**, p. 101374, 2020.
- OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. **Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers**. John Wiley & Sons, 2010.
- PAIKOWSKY, Deganit. What is new space? The changing ecosystem of global space activity. **New Space**, v. 5, n. 2, p. 84-88, 2017.
- PYLE, Rod. **Space 2.0: How Private Spaceflight, a Resurgent NASA, and International Partners are Creating a New Space Age**. BenBella Books, 2019.
- REYMEN, Isabelle MMJ et al. Understanding dynamics of strategic decision making in venture creation: a process study of effectuation and causation. **Strategic entrepreneurship journal**, v. 9, n. 4, p. 351-379, 2015.
- REYMEN, Isabelle et al. Decision making for business model development: a process study of effectuation and causation in new technology based ventures. **R&D Management**, v. 47, n. 4, p. 595-606, 2017.
- SPACE ANGELS. U.S. Government Support of the Entrepreneurial Space Age. **Space Angels**, 2019. Disponível em: <<https://sbir.nasa.gov/content/publications>> Acesso em: 30 nov. 2019.
- TEECE, David J. Business models, business strategy and innovation. **Long range planning**, v. 43, n. 2-3, p. 172-194, 2010.
- THE ECONOMIST. Is New Zealand the world's best rocket-launching site? **The Economist**, 5 abril 2018. Disponível em: <<https://www.economist.com/science-and-technology/2018/04/05/is-new-zealand-the-worlds-best-rocket-launching-site>>. Acesso em: 01 jun. 2019.
- TSUJIMOTO, Masaharu et al. A review of the ecosystem concept—Towards coherent ecosystem design. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, p. 49-58, 2018.
- VANCE, Ashlee; SANDERS, Fred. **Elon Musk**. HarperCollins, 2015.
- VAN DE VEN, Andrew H.; POOLE, Marshall Scott. Methods for studying innovation development in the Minnesota Innovation Research Program. **Organization science**, v. 1, n. 3, p. 313-335, 1990.
- VENKATRAMAN, N.; LEE, Chi-Hyon. Preferential linkage and network evolution: A conceptual model and empirical test in the US video game sector. **Academy of Management Journal**, v. 47, n. 6, p. 876-892, 2004.
- VIA SATELLITE. Rocket Lab Signs NASA Partnership to Tap Launch Resources. **Via Satellite**, 31 Julho 2015. Disponível em: <<https://www.satellitetoday.com/business/2015/07/31/rocket-lab-signs-nasa-partnership-to-tap-launch-resources/>>. Acesso em: 01 abr. 2019.
- WALSH, Frances. Rocket Lab's Peter Beck and Mark Rocket on their space plans. **Metro**, 1 Abr 2008. Disponível em: <<https://www.metro.co.nz/society/society-etc/rocket-labs-peter-beck-and-mark-rocket-on-their-space-plans>>. Acesso em: 01 jun. 2019.
- WEF. Space. **World Economic Forum**, 2020. Disponível em: <<https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb000000pTDUEA2?tab=publications>>. Acesso em: 10 jan. 2020.
- WEINZIERL, Matthew. Space, the final economic frontier. **Journal of Economic Perspectives**, v. 32, n. 2, p. 173-92, 2018.
- ZOTT, Christoph; AMIT, Raphael; MASSA, Lorenzo. The business model: recent developments and future research. **Journal of management**, v. 37, n. 4, p. 1019-1042, 2011.

# **Feedback formativo na Instrução Aérea: estudo de caso no Programa de Especialização Operacional**

*Formative feedback in Air Instruction: case study in the Operational Specialization Program*

*Feedback formativo en Instrucción Aérea: estudio de caso en el Programa de Especialización Operacional*

Andrei Henning Salmoria<sup>I</sup>

André Luís Monteiro Tomaz<sup>II</sup>

Laís Karla da Silva Barreto<sup>III</sup>

Marcelo Victor Alves Bila Queiroz<sup>IV</sup>

## **RESUMO**

Este artigo científico propõe avaliar em que medida as características do *feedback* formativo influenciam a aprendizagem dos pilotos da Força Aérea Brasileira matriculados no Programa de Especialização Operacional (PESOP) 2020. Como base teórica, foram utilizados os estudos de Mory (2004), Hattie e Timperley (2007) e Shute (2008). Nos estudos, foram identificadas quais as características do *feedback* formativo são mais efetivas e eficientes em promover a aprendizagem. Posteriormente, a fim de identificar quais das características do *feedback* formativo influenciam a aprendizagem de voo, foi encaminhado um questionário de cinco pontos na escala de Likert (1932) a 77 pilotos matriculados no PESOP 2020. As respostas foram analisadas por meio de gráficos de box-plot, histogramas e medianas, em quatro grupos distintos: o que deve ser feito, o que deve ser evitado, momento mais adequado para proceder o *feedback* e características do aluno. Os resultados, na percepção dos pilotos estudados, indicaram semelhança das características do *feedback* formativo quando aplicado no *debriefing* da instrução aérea, conduzindo a um modelo de boas práticas para o *debriefing* de voo. Dessa forma, as conclusões obtidas por este trabalho

servirão de base científica para o aprimoramento da instrução aérea não somente no âmbito da Ala 10 e da Força Aérea Brasileira, mas também útil a todos os que se destinam a ensinar a arte de voar.

**Palavras-chave:** *Feedback*. *Debriefing*. Instrução Aérea. Aprendizagem.

## **ABSTRACT**

*This scientific article aims to evaluate to what extent the characteristics of formative feedback influence the learning of pilots of the Brazilian Air Force enrolled in the Operational Specialization Program (PESOP) 2020. It has as a theoretical basis the studies of Mory (2004), Hattie and Timperley (2007) and Shute (2008). In the studies, it was identified which characteristics of formative feedback are most effective and efficient in promoting learning. Subsequently, in order to identify which of the characteristics of formative feedback influence flight learning, a five-point questionnaire on the Likert scale (1932) was sent to 77 pilots registered at PESOP 2020. The responses were analyzed using box-plot graphics, histograms and medians, in four different groups: what should be done, what should be avoided, the most appropriate time to proceed with*

I. Segundo do Quinto Grupo de Aviação (2<sup>o</sup>/5<sup>o</sup> GAV) – Parnamirim/RN – Brasil – Major Aviador da Força Aérea Brasileira(FAB). *E-mail*: salmoraaahs@fab.mil.br

II. Primeiro do Quinto Grupo de Aviação (1<sup>o</sup>/5<sup>o</sup> GAV) – Parnamirim/RN – Brasil – Major Aviador da Força Aérea Brasileira(FAB). *E-mail*: monteiroalm@fab.mil.br

III. Universidade Potiguar (UNP) – Natal/RN – Brasil – Doutorado em Estudos da Linguagem pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). *E-mail*: laisbarreto@unp.br

IV. Universidade Potiguar (UNP) – Natal/RN – Brasil – Doutorado em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). *E-mail*: marcelo.queiroz@unp.br

Recebido: 11/12/19

Aceito: 09/07/20

*the student's feedback and student's characteristics. The results, in the perception of the studied pilots, indicated similarity of the characteristics of the formative feedback when applied in the debriefing of the aerial instruction, leading to a model of good practices for the flight debriefing. Thus, the conclusions obtained by this work will serve as a scientific basis for the improvement of air instruction not only within the scope of Ala 10 and the Brazilian Air Force, but also useful to all those who are destined to teach the art of flying.*

**Keywords:** Feedback. Debriefing. Air Instruction. Learning.

## RESUMEN

*Este artículo científico se propone evaluar en qué medida las características de la feedback formativa influyen en el aprendizaje de los pilotos de la Fuerza Aérea Brasileña inscritos en el Programa de Especialización Operacional (PESOP) 2020. Como base teórica, los estudios de Mory (2004), Hattie y Timperley (2007) y Shute (2008). En los estudios, se identificó qué características de el feedback formativo son más efectivas y eficientes para promover el aprendizaje. Posteriormente, para identificar cuáles de las características de el feedback formativo influyen en el aprendizaje de vuelo, se envió un cuestionario de cinco puntos en escala Likert (1932) a 77 pilotos inscritos en PESOP 2020. Las respuestas se analizaron mediante gráficos de caja.-trama, histogramas y medianas, en cuatro grupos diferentes: qué se debe hacer, qué se debe evitar, el momento más adecuado para proceder con la feedback y características del alumno. Los resultados, en la percepción de los pilotos estudiados, indicaron similitud de las características de la feedback formativa cuando se aplica en el debriefing de la instrucción aérea, dando lugar a un modelo de buenas prácticas para el debriefing de vuelo. Así, las conclusiones obtenidas por este trabajo servirán como base científica para el mejoramiento de la instrucción aérea no solo en el ámbito del Ala 10 y la Fuerza Aérea Brasileña, sino también útiles para todos aquellos que están destinados a enseñar el arte de volar.*

**Palabras clave:** Feedback. Debriefing. Instrucción aérea. Aprendizaje.

---

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil embora seja uma nação pacífica, busca manter forças armadas regulares, profissionais, capacitadas e prontas para o combate como ressalta a Estratégia Nacional de Defesa (BRASIL, 2013a).

A Aeronáutica sendo uma das três forças armadas previstas na Constituição Federal (BRASIL, 2013b) tem como missão “Manter a soberania do espaço aéreo e integrar o território nacional, com vistas à defesa da pátria” (BRASIL, 2013). Para bem atender a essa missão, a formação dos pilotos especializados para o combate é fundamental (BRASIL, 2016).

Em Parnamirim-RN está sediada a Ala 10, instituição do Comando da Aeronáutica responsável por conduzir o Programa de Especialização Operacional (PESOP), no qual os pilotos, recém formados na Academia da Força Aérea, são especializados e forjados para o combate. O PESOP é dividido em quatro cursos de especialização, os quais são separados doutrinariamente nos Cursos de Especialização em Asas Rotativas (CEO-AR), Caça (CEO-CA), Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (CEO-IVR) e Transporte (CEO-TR).

Embora as doutrinas de emprego dos meios aéreos sejam diferentes nos quatro cursos em suas técnicas e táticas, a instrução de voo em si segue os mesmos regulamentos, conceitos e metodologia de avaliação em razão de ser regida pela mesma legislação, a INPREP<sup>1</sup> OPR 01 “Instrução Aérea no Comando de Preparo”.

A sistemática avaliativa adotada na instrução aérea busca a aprendizagem efetiva dos conhecimentos adquiridos pelo aluno. Para isso, no plano de ensino de cada Esquadrão Aéreo, são apresentadas as atividades que serão realizadas, as suas estruturas e os conteúdos disciplinares. Essa sequência didática tem a proposta de facilitar o processo de ensino e aprendizagem de cada aluno. (OLIVEIRA, 2013). A metodologia de ensino é subdividida em etapas para permitir ao aluno a compreensão e a assimilação dos conhecimentos transmitidos por cada Curso de Especialização.

A primeira etapa, realizada no início do Curso de Especialização, consiste em apresentar aos estagiários o cronograma das atividades, a maneira de como serão conduzidas as práticas de avaliação, os resultados de desempenho esperado em cada estágio e a forma de cálculo do processo classificatório. Cabe destacar que essa fase possui legislação específica para cada um dos três CEO.

A segunda etapa, realizada ao início de cada fase específica de voo, consiste em uma aula, também chamada de apronto, na qual é apresentada a maneira padronizada de execução de cada exercício.

A terceira etapa consiste no briefim específico de cada missão. Nele, o instrutor realiza a leitura da Ordem de Instrução específica para aquele voo.

---

<sup>1</sup> INPREP: A Instrução de Preparo é uma norma padronizada emitida pelo Comando de Preparo para regulamentar aspectos administrativos ou operacionais em todas as suas organizações militares subordinadas.



Este documento apresenta o objetivo específico, os exercícios a serem realizados no voo e os seus respectivos níveis de aprendizagem.

A quarta etapa, consiste na parte prática da Instrução Aérea, ou seja, o voo em si. Neste estágio, o aluno aplica as informações adquiridas na parte teórica de forma a consolidar os seus conhecimentos.

A quinta e última etapa, foco principal deste trabalho, consiste no *debriefing* do voo. Nesta parte, realizada logo após o voo, é conduzida uma crítica pelo instrutor. São revisados os pontos positivos executados e as oportunidades de melhoria a serem aperfeiçoadas pelo aluno, a fim de propiciar condições do estagiário<sup>2</sup> rever o seu desempenho e preparar-se melhor para o voo seguinte e assim conseguir aumentar sua performance. Após o *debriefing* presencial, o instrutor de voo ainda relata o desempenho atingido pelo aluno em uma ficha de voo, a qual é registrada em um *software* do Comando da Aeronáutica específico para esse fim, o SAGEM.

Essa ficha de voo consiste no processo de avaliação do Estagiário, o qual é conduzido em diferentes níveis de aprendizagem, a fim de propiciar ao aluno um aprendizado gradual da execução dos exercícios necessários para a sua formação operacional.

Para que esse processo avaliatório seja conduzido com o mínimo de distorções possível, os Instrutores são submetidos a realização do Curso Básico de Instrutores de Voo (CBIV). Nesse curso, esses militares recebem instrução teórica sobre a melhor maneira de conduzir o treinamento, seja ele na realização do *briefing*, a técnica adequada de condução do voo, a forma de realização do *debriefing* e a maneira como devem proceder no processo de avaliação.

Considerando esse complexo campo do processo de avaliação, foi criado nos Esquadrões de Instrução o Curso de Padronização de Instrutores (CPI). Essa formação consiste em preparar os instrutores recém-transferidos a essas Unidades Aéreas com voos de padronização, a fim de mitigar e corrigir eventuais vícios adquiridos durante a carreira operacional do piloto. Para tanto é escolhido um grupo de Instrutores padronizadores, os quais já possuem maior experiência na Instrução, que serão os responsáveis por realizar esses voos.

Além disso, a Célula de Doutrina e de Instrução de cada Unidade repassa aos instrutores uma tabela de padronização de Instrução. Essa tabela objetiva delinear o nível esperado na realização de cada exercício, já sendo considerada a competência de aprendizagem exigida para o voo. Esse processo é utilizado a fim de mitigar as distorções que, naturalmente, ocorre em um processo de avaliação.

Ainda que, tudo seja regulamentado, estruturado e padronizado, o processo de avaliação e de *debriefing* nada mais é que uma forma de *feedback*, pois é uma informação passada ao aluno que pretende modificar o pensamento ou comportamento com vistas a aprimorar a aprendizagem, assemelhando-se assim conceitualmente ao objetivo *feedback* formativo (COOPER, 2000; SHUTE, 2008).

Mory (2004) ressalta que ainda existem diversas lacunas a serem preenchidas quando se remete ao tema *feedback*, sendo a análise em diferentes domínios de aprendizagem e contextos, uma delas. Diante dessas observações, surgiu a inquietação nestes pesquisadores, a fim de estudar a aplicabilidade do *feedback* formativo na instrução aérea no âmbito do PESOP. O que conduziu ao problema de pesquisa: “Em que medida as características do *feedback* formativo influenciam a aprendizagem de voo dos pilotos da Força Aérea Brasileira?”.

Com vistas à delimitação da pesquisa, foram analisados os pilotos matriculados no PESOP 2020.

Para responder ao problema de pesquisa, foram traçadas três questões norteadoras. Quais as características do *feedback* formativo são mais efetivas e eficientes em promover a aprendizagem? De que forma essas características se fazem presentes na Instrução Aérea? Quais das características do *feedback* formativo influenciam a aprendizagem de voo?

Dessa forma, a pesquisa objetivou avaliar em que medida as características do *feedback* formativo influenciam a aprendizagem dos pilotos matriculados no PESOP 2020. Tendo como objetivos específicos: identificar quais as características do *feedback* formativo são mais efetivas e eficientes em promover a aprendizagem; analisar de que forma essas características se fazem presentes na Instrução Aérea; e identificar quais das características do *feedback* formativo influenciam a aprendizagem de voo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O *feedback* tem sido amplamente estudado ao longo de décadas possuindo uma ampla gama literária e científica em diferentes campos do saber. Mory (2004) revisitou as pesquisas sobre o assunto e constatou que embora o tema tenha sido abordado sob diversas premissas e tenham sido analisadas inúmeras possibilidades de uso para o *feedback*, o avanço tecnológico contribui para que rápidas mudanças continuem ocorrendo tanto na forma de entrega do *feedback* como no contexto educacional.

O cenário da aviação está intimamente ligado ao avanço tecnológico e suas inovações, onde conceitos e

<sup>2</sup> Estagiário: piloto em instrução no PESOP.



práticas são rotineiramente atualizados e o piloto tem que gerenciar todos esses novos recursos, modos e opções em uma diversidade de circunstâncias operacionais (WOODS; SARTER, 1998). Assim sendo, o processo do debriefing de voo deve adequar-se também rapidamente a esses avanços, onde novas formas de análises de voo por meio da gravação dos voos e sua consequente capacidade de reprodução de vídeos, performance (energia, velocidade, trajetória, etc), dados de motor das aeronaves tornam-se possíveis por meio de *softwares* cada vez mais capazes.

Quando se passa a analisar o contexto educacional da aviação que é o cerne desta pesquisa, observa-se que ele é ainda mais específico, uma vez que o ensino da arte de voar remete a necessidade de explorar os domínios psicomotor, afetivo e cognitivo do saber (INPREP OPR 01). Alinhado aos achados de Mory (2004), compreende-se que quando se analisa o *feedback* aplicado a instrução aérea, ambiente onde existe influência direta da tecnologia, além de explorar os diferentes campos do saber, o estudo aqui conduzido torna-se tanto atual quanto necessário.

É importante salientar que o *feedback* aplicado a educação é considerado crucial para a aquisição de conhecimentos e habilidades (BANGERT-DROWNS et al., 1991; MORENO, 2004). Todavia, um *feedback* conduzido de forma errada pode trazer efeitos negativos, sendo necessário conhecer as circunstâncias presentes, o contexto do aluno e as melhores práticas para que se possa potencializar o *feedback* (HATTIE; TIMPERLEY, 2007).

O *feedback* deve ser entendido como a consequência de uma performance desenvolvida, bem como não deve se limitar a uma simples instrução dada ao receptor (HATTIE; TIMPERLEY, 2007). No ambiente educacional, o *feedback* deve estar focado na tarefa, a fim de preencher a lacuna entre o que foi aprendido e o que deveria ter sido aprendido (SADLER, 1989).

Nessa conjuntura o processo de avaliação é dividido em três etapas: coletar, analisar e sintetizar. Nesse contexto, o método de avaliação na instrução aérea engloba os três estágios propostos, sendo o último deles, estruturado através do preenchimento adequado das fichas de voo. Essa é uma valiosa ferramenta que permite ao instrutor transmitir a informação ao aluno, com o objetivo de corrigir eventuais desvios e ainda, reforçar boas atitudes com o objetivo de incentivá-lo.

Neste ambiente, percebe-se que o instrumento de avaliação se torna necessário e eficaz para conduzir o complexo cenário de instrução aérea, pois ele é capaz de definir graus de exigência e excelência para que os pilotos atinjam a proficiência devida para cumprir a

missão a cada um atribuída. O sucesso ou o fracasso na execução de cada exercício são medidos através de padrões prescritos previamente nos manuais de voo e no briefing de Instrução. (PERRENOUD, 1999).

Cabe ainda salientar, que o Instrutor de Voo possui papel de destaque no processo de avaliação do Estagiário. Isso se deve, em razão de haver um elevado grau de subjetividade na forma de percepção de execução de cada exercício. Nesse aspecto, o processo avaliatório é a forma de percepção e de coleta das informações por parte avaliador considerando todas as variáveis inseridas no ambiente e que foram possíveis ser captadas. Assim, é possível perceber que um instrutor com uma maior experiência é capaz de captar e absorver uma maior quantidade de informações e assim, proporcionar uma avaliação mais adequada e conseqüentemente, com um melhor *feedback*.

A pesquisa de Hattie e Timperley (2007) é uma das fontes mais renomadas quando se trata do tema *feedback*, possuindo cerca de 11 mil citações segundo o Google Acadêmico. Em seus estudos, os autores contrastaram os achados anteriores sobre o tema e explicitaram as propriedades, circunstâncias em que o *feedback* conduz a um ganho de efetividade, bem como discutiram acerca do momento ideal para condução do *feedback*. Concluindo assim, que o processo de *feedback* deve passar por três perguntas e possuem quatro níveis distintos.

No contexto da instrução aérea, a teoria de Hattie e Timperley (2007) por meio das perguntas “Como estou?”, “Qual é o meu objetivo?” e “Como atingi-lo?” é altamente aplicável, coerente e alinhada com os propósitos do debriefing da instrução aérea e reforça a pesquisa realizada por Sadler (1989).

Quanto aos níveis, os autores afirmam que eles podem ser focados na tarefa, no processo da tarefa, na autorregulação do aluno e na pessoa do aluno. Concluindo que quando o *feedback* está focado na tarefa ele é mais efetivo e quando é focado na pessoa é menos efetivo (HATTIE, TIMPERLEY, 2007). Sendo outro achado oportuno para o debriefing da instrução aérea.

Aprofundando-se na pesquisa sobre *feedback*, surge o conceito do *feedback* formativo (COOPER, 2000; SHUTE, 2008) que está alinhado com as teorias citadas anteriormente, apresentando-se como uma evolução conceitual. Os autores remetem-no não somente a transmissão da informação, mas a pretensão de modificar o pensamento e o comportamento com vistas ao aprimoramento da aprendizagem.

Em estudos mais recentes, destaca-se Shute (2008) pela relevância ao ser o artigo mais citado no tema até os dias atuais, possuindo mais de 3500 citações segundo o Google Acadêmico. A autora foi além das

pesquisas anteriormente referenciadas, conduzindo não só uma vasta revisão bibliográfica em cerca de 180 estudos sobre o assunto, mas também traçando linhas gerais que buscaram definir as principais características acerca do *feedback* formativo, norteando: o que deve ser feito; o que deve ser evitado; questões afetas ao momento mais adequado para se proceder o *feedback*; e características do aluno.

### 3 METODOLOGIA

Realizou-se uma pesquisa aplicada, qualitativa, descritiva feita através de um levantamento de um estudo de caso, a fim de se analisar as características dos Estagiários do CEO do ano de 2020 e suas percepções através do *feedback* formativo (PRODANOV, 2013). Procurou-se observar uma aplicação prática de conhecimentos analisados para aplicação no *debriefing* da instrução aérea. (BOAVENTURA, 2004). Estabeleceu-se também, a relação entre as variáveis estudadas a partir dos “fundamentos do *feedback* formativo” e da “aprendizagem de voo dos pilotos da Força Aérea Brasileira”.

No que tange aos procedimentos técnicos para levantamentos dos dados, a pesquisa buscou a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se desejava conhecer, no caso, os Estagiários matriculados no PESOP 2020. Tendo sido escolhida a pesquisa de levantamento de dados por ofertar o conhecimento direto da realidade, economia e rapidez e a quantificação.

Inicialmente foram analisados os estudos de Shute (2008), no qual por meio de uma vasta revisão de literatura, buscou-se entender as características, funções, interações e relações do *feedback* com a aprendizagem. Em um segundo momento, aplicando os seus achados foram criadas orientações relacionadas ao *feedback* formativo indicando, por fim, quais características do *feedback* formativo são mais efetivas e eficientes em promover a aprendizagem.

De posse das características descritas por Shute (2008), dois dos autores, cada um com mais de dez anos de experiência em instrução aérea, fizeram o paralelo dos achados teóricos com a prática, identificando como cada uma dessas características se fazem presentes nesta atividade. Após a coleta de dados se esperava que os resultados se assemelhassem a teoria, sendo a aprendizagem a variável dependente. As variáveis 1 a 22 são fruto do paralelo criado pelos autores conforme descrito no Quadro 1.

De maneira a delimitar a amostra da pesquisa, foram escolhidos os pilotos que estão matriculados

e cursando o PESOP 2020 na Ala 10. Esses pilotos possuem o mesmo tempo de formação, foram submetidos a treinamentos semelhantes nos últimos anos, estão matriculados em um mesmo programa de especialização, os quais cursam no corrente ano, sendo subordinados e supervisionados por um mesmo Comando. O período foi adotado, pois os pilotos estão em curso no momento, vivenciando em sua rotina os *debriefings* de instrução aérea, objetivando-se assim as mesmas características básicas da população quanto ao fenômeno pesquisado (CORREA, 2003). Nessa consulta, foram identificados 77 pilotos com essas características.

A seguir, foi utilizado o questionário como ferramenta de coleta de dados (PRODANOV, 2013), composto de perguntas estruturadas com o objetivo de identificar quais das características do *feedback* formativo (SHUTE, 2008) influenciam a aprendizagem de voo. O questionário é original e foi baseado em respostas de cinco pontos na escala proposta por Likert (1932). A fim de aferir a coerência e consistência, o questionário foi pré-testado por cinco especialistas, instrutores de voo dos três Esquadrões de instrução da Ala 10, não pertencentes a amostra e posteriormente foi remetido aos 77 estagiários do PESOP 2020 (GÜNTHER, 2003).

Esses estagiários pertencem a um grupo bastante homogêneo composto por 74 (setenta e quatro) homens e 03 (três) mulheres. A faixa de idade dos participantes da pesquisa varia entre 21 e 26 anos, o que faz com que sexo e faixa etária não sejam dados relevantes para o trabalho devido à proximidade das idades e a pequena amostra do sexo feminino. O grau de Instrução dos avaliados também é bastante homogêneo, visto que toda a amostra se formou como bacharel em Administração e Ciências Aeronáuticas na Academia da Força Aérea no ano de 2019.

A amostra mínima desejada de 65 respondentes foi considerada para um grau de confiabilidade de 95% com 5% de margem de erro, conforme estabelecido por Cochran (1965).

De posse dos dados colhidos nos questionários, foi efetuada, utilizando-se o *software* Stata, uma análise quantitativa das variáveis de 1 a 22 por meio de análise de dispersão, gráficos *box-plot*, histogramas e medianas a fim de averiguar se os resultados encontrados chegaram a conclusões semelhantes aos estudos de Shute (2008). Dessa forma, pretendeu-se chegar à resposta da pergunta de pesquisa e conseqüentemente atingir o objetivo proposto para esse projeto científico.

**Quadro 1** - Esboço do ecossistema do setor espacial.

	Variável	Descrição	Resultado esperado
1	Foco na tarefa	Debriefim focado na tarefa e não no aluno.	+
2	Elaborado	Debriefim descreve o quê, o como e o porquê ocorreu o problema, em vez de apresentar apenas os resultados.	+
3	Dividido em pequenas partes	Debriefim é elaborado, porém dividido em pequenas partes (etapas).	+
4	Claro e específico	Debriefim claro e específico quanto aos objetivos e a performance.	+
5	Simple e focado	Debriefim é simples e focado.	+
6	Escrito	O feedback escrito por meio da ficha de voo é considerado mais sério e transmite maior confiança e imparcialidade.	+
7	Foco na aprendizagem	Debriefim não foca apenas na performance diante da tarefa, mas na aprendizagem, mostrando que os erros fazem parte do processo de aprendizagem.	+
8	Induz o aluno a solução	Debriefim induz o aluno a achar a maneira de solucionar o problema, em outras palavras, descobrir o porquê de a falha ter ocorrido, antes de apresentar a solução.	+
9	Comparações	Quando no debriefim são feitas comparações diretas ou indiretas com relação ao desempenho de outros alunos ou do próprio instrutor.	-
10	Foco nos graus	Debriefim focado nos graus obtidos nos exercícios.	-
11	Foco no aluno	Debriefim é focado na pessoa do aluno e suas incapacidades, tendo a tarefa como segundo plano.	-
12	Elogios	Debriefim possui muitos elogios ao aluno.	-
13	Oral	Debriefim oral é mais informal e parcial.	-
14	Interromper o aluno	Quando o instrutor fornece a resposta antes de eu tentar resolvê-la por completo.	-
15	Excesso de dicas (voo)	Quando o instrutor utiliza de uma quantidade grande de dicas ao aluno, sem deixá-lo errar no voo.	-
16	Apenas uma forma para realizar a tarefa	Quando o instrutor apresenta apenas a forma dele realizar a tarefa, sendo muito crítico em relação a forma como o exercício foi executado pelo aluno. (Exemplo: em um exercício que existem diferentes técnicas de serem executadas, mas ele somente permite a realização da atividade da maneira como ele a faz).	-
17	Didáticas diferentes	Quando o instrutor utiliza mais de um modo de apresentação no debriefim (oral, vídeo, PMA, maquetes, dispositivos eletrônicos).	+
18	Extenso	Debriefim são apresentadas extensas análises dos erros e diagnósticos.	-
19	Imediato	Debriefim ocorre logo após o voo.	+
20	Facilitador	Quando o instrutor age como um facilitador, estimulando o raciocínio por meio de algumas dicas (bizús), pistas e avisos.	+
21	Apresenta dificuldade (voo)	Debriefim é realizado ainda em voo, principalmente se você está apresentando dificuldades em executar algum tipo de exercício.	+
22	Exercícios simples (voo)	Debriefim é realizado ainda em voo em exercícios de simples execução e quando, teoricamente, já sabe executá-los.	-

Fonte: Os autores (2020).

#### 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Ao término da coleta de dados foram recebidas 77 respostas aos questionários enviados, permitindo a análise de todo o universo da amostra. Com isso, pode-se induzir que as respostas obtidas, são aplicáveis ao universo dos 77 estagiários dos três Esquadrões estudados, com 99% de confiabilidade e com 0% de margem de erro (COCHRAN, 1965).

Os autores, baseando-se nos estudos de Shute (2008) estabeleceram características (variáveis) do *feedback* formativo adaptadas a realidade da instrução aérea, conforme descrito anteriormente no Quadro 1. Essas características foram categorizadas e analisadas como apresentado no Quadro 2, segundo a aplicação proposta por Shute (2008): o que deve ser feito; o que deve ser evitado; questões afetas ao momento mais adequado para se proceder o *feedback*; e características do aluno.

Durante a análise dos dados das categorias descritas no Quadro 2, as perguntas que obtiveram respostas “Não observado” foram desconsideradas e não influenciaram na análise (GÜNTHER, 2003).

A fim de facilitar a apresentação das análises, considerou-se a escala de cinco pontos de Likert (1932), sendo 5 “Concordo Totalmente”, 4 “Concordo Parcialmente”, 3 “Não Concordo, nem discordo”, 2 “Discordo Parcialmente” e 1 “Discordo Totalmente”.

Na Figura 1, são apresentados por meio de gráficos box-plot, os resultados obtidos na análise da categoria “o que deve ser feito”. Nessa categoria eram esperadas que as características propostas por Shute (2008) fossem igualmente aplicáveis a instrução aérea, ou seja, respostas com grau de concordância maior (5). Excetuando-se a variável 6, essa premissa foi confirmada, uma vez que se observa a concentração das respostas nessas variáveis está localizada em 5 “Concordo Totalmente” e 4 “Concordo Parcialmente” com valores mínimos em 3.

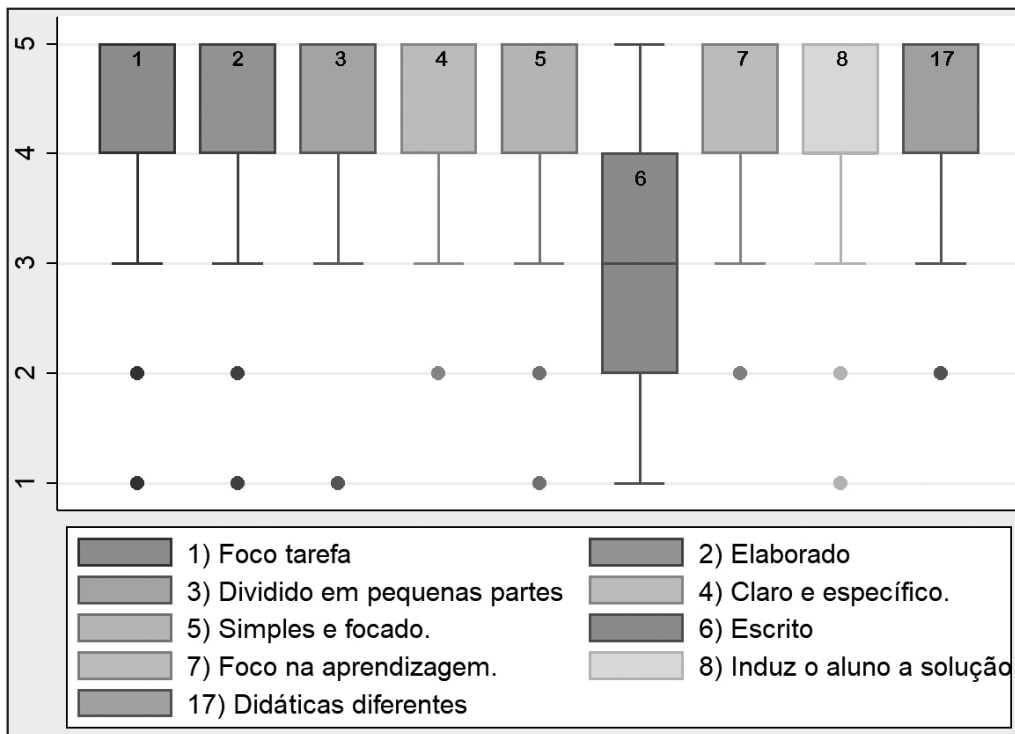
Os resultados encontrados na variável 1 e 2, além de reafirmarem a teoria de Shute (2008), foram também ao encontro da teoria de Hattie e Timperley (2007) e Sadler (1989). pois reafirmam que o *feedback* se torna mais proveitoso quando conduzido com foco na tarefa e como análise da consequência de uma performance.

**Quadro 2** - Características (variáveis) do *feedback* formativo adaptadas a realidade da instrução aérea divididas por aplicação.

	O que deve ser feito	O que deve ser evitado	Momento mais adequado para se proceder o feedback	Características do aluno
Variáveis	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 17	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, e 18	19, 21 e 22	20

Fonte: Os autores (2020).

**Figura 1** - Concordância com as variáveis da categoria “o que deve ser feito”.



Fonte: Os autores (2020).



A concordância obtida na variável 4, que abordou se o debriefing claro e específico quanto aos objetivos e a performance contribuía para a aprendizagem, reforçou a importância da análise sob a ótica de padrões pré-estabelecidos (PERRENOUD, 1999). Ressalta-se que essa ferramenta de padronização dos objetivos pretendidos já vem sendo adotada pelos Esquadrão de Instrução na Ala 10.

A utilização pelo instrutor de mais de um modo de apresentação do debriefing (oral, vídeo, PMA, maquetes, dispositivos eletrônicos) que foi averiguada na variável 17, coadunou com o proposto por Mory (2004) quanto a contribuição do avanço tecnológico nas rápidas mudanças na forma de entrega do *feedback*.

A variável 6 buscou averiguar a seguinte proposição “O *feedback* escrito por meio da ficha de voo é considerado mais sério e transmite maior confiança e imparcialidade.” Os resultados obtidos foram inconclusivos, conforme expresso na Figura 1, possuindo grande dispersão e mediana em “Não concordo, nem concordo”. Dessa forma, não foi possível confirmar a aplicação dessa característica proposta por Shute (2008) na Instrução Aérea.

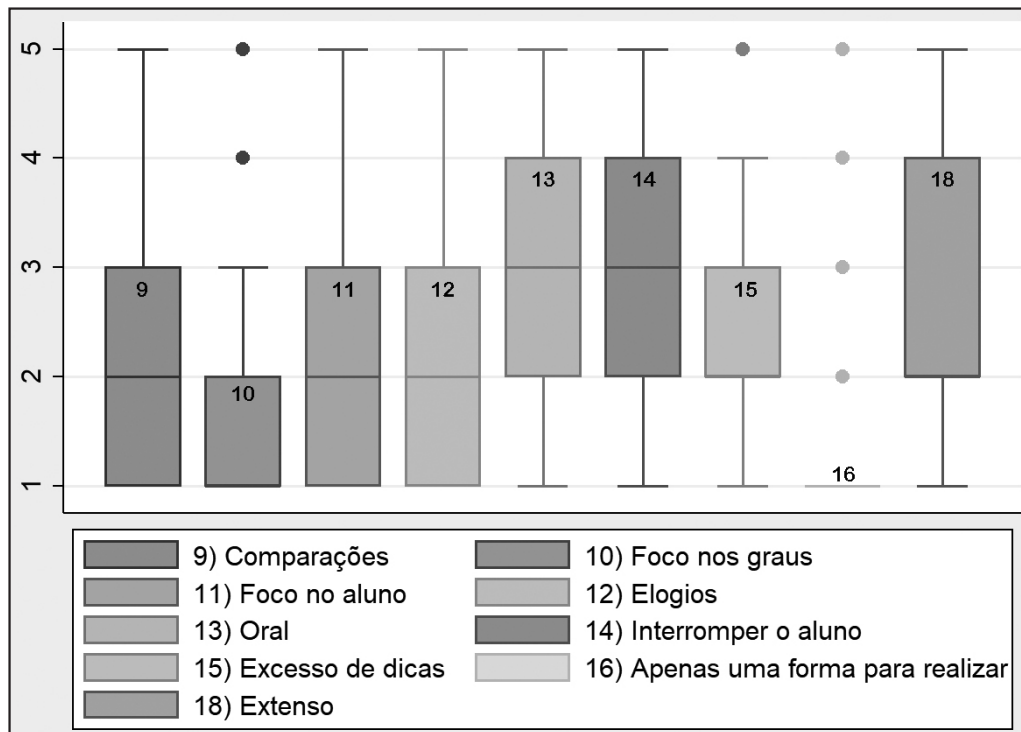
Embora o *feedback* da Instrução Aérea adote ferramentas didáticas e psicopedagógicas, ele ocorre em ambiente militar. Desde o início da formação na AFA, o cadete é instruído a portar-se no debriefing com seriedade,

pois nele são apresentadas orientações pelo instrutor que naquele momento é a autoridade. Além disso, está previsto em norma interna que o debriefing deve ser realizado de forma oral e após de forma escrita por meio da ficha de voo, o que torna ambos os *feedbacks*, tanto oral e quanto escrito, em prescrições regulamentares. Sob essa ótica, infere-se o porquê de o debriefing oral e escrito serem considerados pelos estagiários do PESOP 2020 igualmente formais.

Diante das percepções dos respondentes observa-se que a metodologia “Como estou?”, “Qual é o meu objetivo?” e “Como atingi-lo?” (HATTIE, TIMPERLEY, 2007) foi ratificada no contexto da atividade aérea. Uma vez que: ao descrever o quê, o como e o porquê ocorreu o problema (variáveis 2 e 4), o instrutor apresenta ao aluno o “Como estou?”; ao ser focado, claro e específico quanto aos objetivos e a performance (variáveis 4 e 5) o instrutor conduz ao “Qual é o meu objetivo?”; e ao objetivar a aprendizagem e induzir o aluno a achar a maneira de solucionar o problema (variáveis 1, 7 e 8) conclui-se com o “Como atingi-lo?”.

Por sua vez na Figura 2, são apresentadas graficamente as respostas na análise da categoria “o que deve ser evitado”. Na qual eram esperadas que as características propostas por Shute (2008) fossem indesejáveis a instrução aérea, ou seja, respostas com grau de concordância menor.

Figura 2 - Concordância com as variáveis da categoria “o que deve ser evitado”.



Fonte: Os autores (2020).

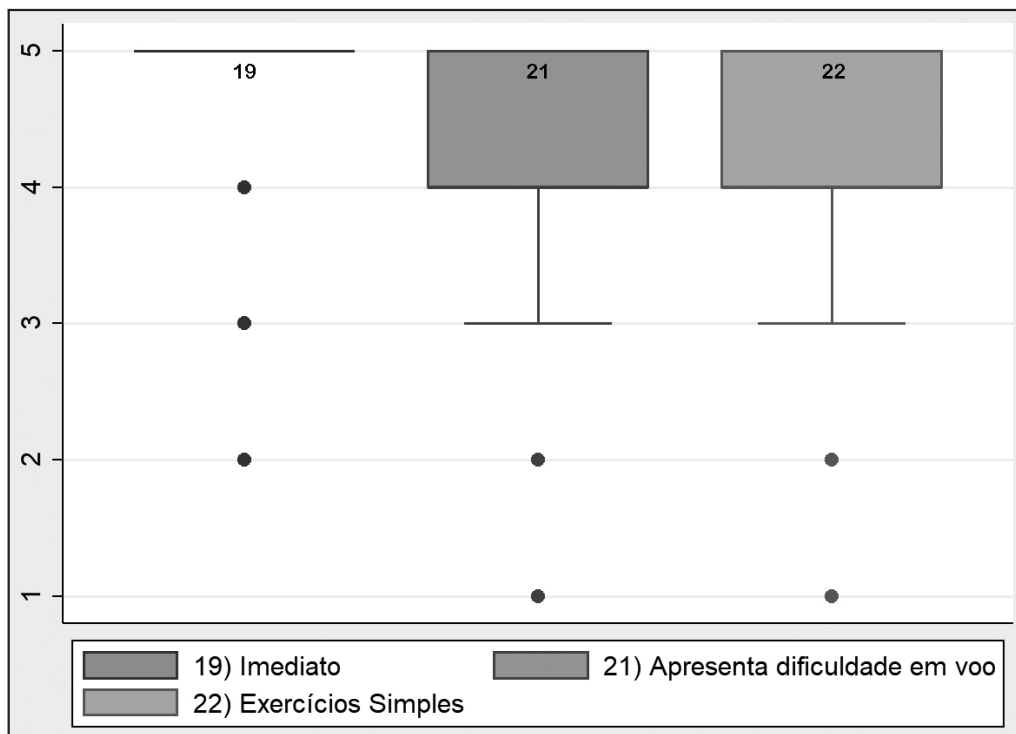
Nessa categoria foi possível observar uma dispersão maior quanto ao grau de concordância, apresentando respostas representativas em quase todos os cinco pontos. Todavia, as características 9, 10, 11, 12 e 16 obtiveram discordância acentuada com medianas de “Discordo Parcialmente” a “Discordo Totalmente”, corroborando com a teoria (SHUTE, 2008; HATTIE; TIMPERLEY, 2007; SADLER, 1989). A variável 15 também foi ao encontro dos estudos de Shute (2008), contudo com concentração de respostas entre os pontos 2 e 3.

Por sua vez, as variáveis 13, 14 e 18 mostraram-se inconclusivas pela concentração de respostas entre “Concordo Parcialmente” e “Discordo Parcialmente”. Quanto ao debrifim oral, abordado na característica 13, pode-se inferir que o ambiente militar e a prescrição regulamentar do debrifim oral e escrito levam o instrutor a percebê-los com o mesmo grau de seriedade, imparcialidade e formalidade. Da mesma forma, na variável 14 e 18, a hierarquia e o respeito do aluno frente a figura do instrutor em um ambiente militar e a seriedade da instrução aérea, levam a entender que o instrutor entende as interrupções e o debrifim mais extenso como desejáveis para a melhora do aprendizado.

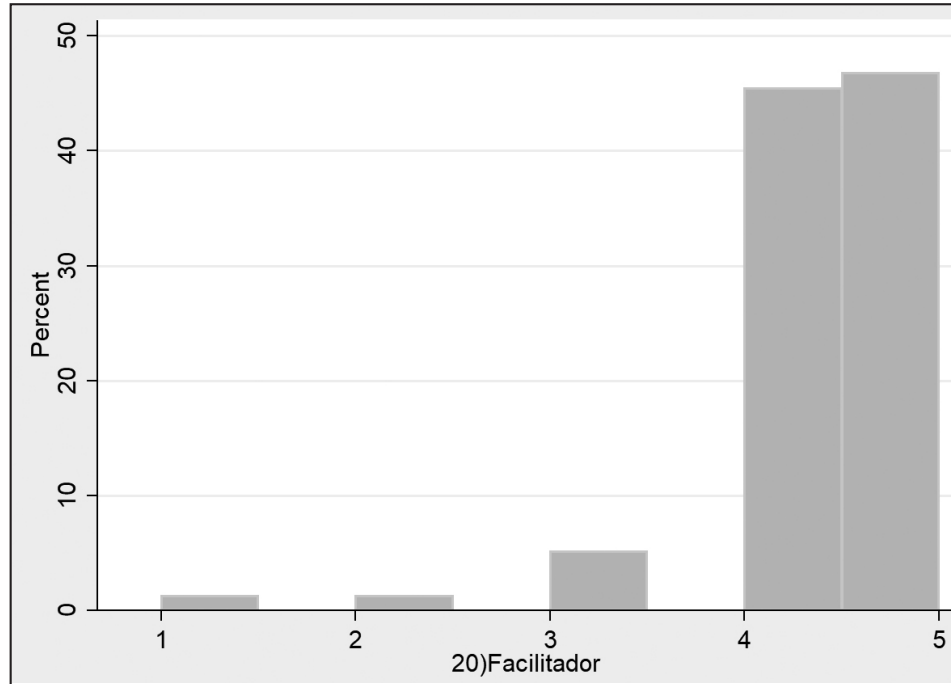
Shute (2008) propõe quais os momentos mais adequados para se proceder o *feedback* de acordo o tipo de tarefa. Como abordado anteriormente, a atividade aérea apresenta alta complexidade exigindo do piloto o gerenciamento de diferentes recursos e modos de operação (WOODS; SARTER, 1998), além de exigir do aluno a retenção de procedimentos. Para esse contexto de tarefas difíceis e retenção de procedimentos, Shute (2008) sugere que o *feedback* seja imediato, característica que a variável 19 buscou aferir quanto ao debrifim no solo e a variável 21 acerca do debrifim em voo. Em ambos os casos os achados foram ao encontro das teorias expostas, conforme expresso na Figura 3.

Por sua vez, para tarefas simples, a autora propõe que o *feedback* não seja imediato (SHUTE, 2008), hipótese que a variável 22 abordou, encontrando no estudo, resultado oposto ao esperado. A percepção pelos membros da amostra como sendo mais proveitoso foi o debrifim imediato, em voo, mesmo nesses casos de tarefas aparentemente mais simples, pode inferir que, por se tratar de atividade aérea a complexidade e o domínio psicomotor são inerentes. Sob essa nova ótica, não vislumbrada inicialmente, poder-se-ia aproximar-se da teoria que propõe *feedback* imediato para tarefas complexas e afetas a procedimentos (SHUTE, 2008).

**Figura 3** - Percentuais de concordância com a variável da categoria “Momento mais adequado para se proceder o *feedback*”.



Fonte: Os autores (2020).

**Figura 4** - Percentuais de concordância com a variável da categoria “Características do aluno”.

Fonte: Os autores (2020).

Na Figura 4, observa-se que mais de 90% das respostas concordaram parcial ou totalmente que o instrutor de voo atuando como um facilitador no debrifim contribui com a aprendizagem. Corroborando assim com a teoria que sugere que alunos de alto rendimento devem ser conduzidos por um facilitador durante o *feedback* (SHUTE, 2008).

Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, atento a necessidade de se evitar erros na condução do *feedback* e buscar as melhores práticas a fim potencializar os efeitos positivos do *feedback* (HATTIE; TIMPERLEY, 2007), organizou-se um conjunto de boas práticas para o debrifim na instrução aérea dividindo-o em “o que deve ser feito” e “o que deve ser evitado”.

**Quadro 3** - O que deve ser feito no debrifim da instrução aérea para aprimorar a aprendizagem.

	Descrição
1	Conduzir o aluno, no decorrer do debrifim, a responder três perguntas “Como estou?”, “Qual é o meu objetivo?” e “Como atingi-lo?”
2	Focar na tarefa a ser realizada (resultado esperado x desempenho), apresentando sugestões de como fazer para aprimorar e não nas características, incapacidades ou percepções sobre o aluno.
3	Descrever o quê, o como e o porquê ocorreu o problema, em vez de apresentar apenas os resultados.
4	Realizar um debrifim elaborado, porém dividido em pequenas partes (etapas).
5	Ser claro e específico quanto aos objetivos e a performance.
6	Ser focado e simples na fala e na forma de apresentar os desempenhos.
7	Focar na aprendizagem, mostrando que os erros fazem parte do processo de aprendizagem. Não se limitando em apresentar apenas a performance diante da tarefa.
8	Induzir o aluno a achar a maneira de solucionar o problema, em outras palavras, descobrir o porquê de a falha ter ocorrido, antes de apresentar a solução.
9	Utilizar mais de um modo de apresentação no debrifim (oral, vídeo, PMA, maquetes, dispositivos eletrônicos...).
10	Realizar o debrifim no solo, logo após o voo. Tarefas difíceis, complexas e que envolvem domínio psicomotor e procedimentos exigem <i>feedback</i> imediato e o voo se enquadra nessas características.
11	Agir como um facilitador, estimulando o raciocínio por meio de algumas dicas (bizús), pistas e avisos.
12	Oferecer ainda em voo <i>feedback</i> ao aluno quanto ao desempenho obtido nos exercícios, independente do grau de dificuldade deles.

Fonte: Os autores (2020).

**Quadro 4** - O que deve ser evitado no debrifim da instrução aérea para aprimorar a aprendizagem.

	Descrição
1	Realizar comparações diretas ou indiretas com relação ao desempenho de outros alunos ou do próprio instrutor.
2	Focar nos graus obtidos nos exercícios.
3	Focar na pessoa do aluno e suas incapacidades, tendo a tarefa como segundo plano.
4	Focar nos elogios ao aluno.
5	Utilizar de uma quantidade grande de dicas ao aluno, sem deixá-lo errar no voo.
6	Apresentar apenas a sua forma de realizar a tarefa, sendo muito crítico em relação a forma como o exercício foi executado pelo aluno. (Exemplo: em um exercício que existem diferentes técnicas de serem executadas, mas o instrutor somente permite a realização da atividade da maneira como ele a faz).

**Fonte:** Os autores (2020).

Destarte, alcançou-se o objetivo de avaliar em que medida as características do feedback formativo influenciam a aprendizagem dos pilotos matriculados no PESOP 2020.

## 5 CONCLUSÃO

Considerando que: o *feedback* consiste em uma das etapas do processo de avaliação e o debrifim na instrução aérea equivale a este processo de melhoria contínua do piloto em formação; e que foram observadas na literatura lacunas a serem preenchidas quando se remete a esse tema. Esta pesquisa almejou estudar a aplicabilidade do feedback formativo na instrução aérea na Força Aérea Brasileira. Objetivando assim, avaliar em que medida as características do *feedback* formativo influenciam a aprendizagem dos pilotos matriculados no PESOP 2020.

Ao analisar os resultados, foi observado que das nove assertivas afetas a “o que deve ser feito”, apenas uma característica apresentou resultado inconclusivo. Quanto ao grupo das nove perguntas sobre “o que deve ser evitado”, seis apresentaram grau de concordância alto e três resultados inconclusivos. Em ambos os casos foi observado que a cultura organizacional militar, calcada na seriedade, imparcialidade e formalidade pode ter contribuído na percepção dos pilotos estudados.

Tomando-se as questões sobre “o momento mais adequado para proceder o *feedback*” observou-se que por se tratar de uma atividade complexa e diretamente ligada a aprendizagem de procedimentos, o *feedback* mostra-se mais vantajoso quando aplicado imediatamente, tanto em voo quanto em solo, logo após o pouso.

Por fim, quanto “as características do aluno”, os achados coincidiram com os estudos de Shute (2008), no qual aponta que quando o instrutor procede o debrifim agindo como facilitador, a aprendizagem é maximizada.

Diante dos resultados obtidos, foi possível estabelecer um modelo de boas práticas para o debrifim na instrução aérea, contendo tópicos sobre “o que deve ser feito” e sobre “o que deve ser evitado”.

Dessa forma, as conclusões obtidas por este trabalho servirão como contribuição científica para o aprimoramento da instrução aérea não somente no âmbito da Ala 10 e da Força Aérea Brasileira, mas também sendo úteis a todos os que se destinam a ensinar a arte de voar.

Como contribuição acadêmica, foram deixados os caminhos metodológicos adotados com foco na aviação e o questionário agora validado por especialistas e possível de ser aplicado em outros cenários. Sem deixar de contribuir no campo social, tendo em vista que a aprendizagem é tema caro a sociedade, nada mais oportuno e justo que facilitar e proporcionar ferramentas que otimizem e maximizem os ganhos do ensino.

Não obstante, esta pesquisa teve como limitação o espaço temporal e amostra dos pilotos alunos, uma vez que embora tenham sido analisados todos os pilotos que cursam o PESOP, ela limitou-se aos matriculados neste curso e no ano de 2020.

Por último, ao objetivar avaliar em que medida as características do *feedback* formativo influenciam a aprendizagem dos pilotos da FAB, percebeu-se uma grande similaridade entre o objeto de estudo e as ações necessárias dos instrutores a fim de buscar um processo de melhoria contínua no ensino e aprendizagem do aluno. Dessa forma, foi elaborado um conjunto de boas práticas que poderá contribuir na formação dos futuros pilotos de combate da Força Aérea Brasileira e em um sentido mais amplo, espera-se que ela sirva de base científica e metodológica para a normatização e condução dos debrifins de voo dos pilotos da Força Aérea Brasileira.



## REFERÊNCIAS

- BANGERT-DROWNS, R. L.; KULIK, C. C.; KULIK, J. A.; MORGAN, M. T. The instructional effect of feedback in test-like events. **Review of Educational Research**, v. 61, n. 2, p. 213-238, jun. 1991.
- BOAVENTURA, E. M. **Metodologia da Pesquisa**: monografia, dissertação e tese. São Paulo: Atlas, 2004.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 94/GC3, de 27 de janeiro de 2016. Aprova a edição da Concepção Estratégica “Força Aérea 100” (DCA 11-45). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, DF, n. 17, 1 fev. 2016.
- BRASIL. Congresso Nacional. **Estratégia Nacional de Defesa**: Decreto Legislativo nº 373, de 25 de setembro de 2013a. Disponível em: <http://www.defesa.gov.br/arquivos/2012/mes07/end.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2020.
- BRASIL. Senado Federal. **Constituição Federal**. Brasília: Senado Federal, 2013b.
- COCHRAN, W. G. **Técnicas de amostragem**. Sampling Techniques. Tradução de Fernando A. Moreira Barbosa. Rio de Janeiro: Aliança para o Progresso, 1965. p. 55.
- COOPER, N. J. Facilitating learning from formative feedback in level 3 assessment. **Assessment and Evaluation in Higher Education**, v. 25, n. 3, p. 279–291, 2000.
- CORREA, S. M. B. B. **Probabilidade e estatística**. 2. ed. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003.
- GÜNTHER, H. **Como elaborar um questionário**. Brasília, DF: UnB, Laboratório de psicologia ambiental, 2003. (Série: Planejamento de pesquisa em ciências sociais, n. 1).
- HATTIE, J.; TIMPERLEY, H. The power of feedback. **Review of educational research**, v. 77, n. 1, p. 81-112, 2007.
- LIKERT, R. A technique for the Measurement of Attitudes. **Archives of Psychology**, v. 22, n. 140, p. 5-55, jun. 1932.
- LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem escolar**: estudo e proposições. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2002.
- MORENO, R. Decreasing cognitive load for novice students: effects of explanatory versus corrective feedback in discovery-based multimedia. **Instructional Science**, v. 32, p. 99-113, 2004.
- MORY, E. H. Feedback research revisited. **Handbook of research on educational communications and technology**, v. 2, p. 745-783, 2004.
- OLIVEIRA, M. M. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- PERRENOUD, P. **Avaliação**: da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- PRODANOV, C. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevae, 2013.
- SADLER, R. Formative assessment and the design of instructional systems. **Instructional Science**, v. 18, p. 119-144, 1989.
- SHUTE, V. J. Focus on formative feedback. **Review of educational research**, v. 78, n. 1, p. 153-189, 2008.
- WOODS, D. D.; SARTER, N. B. **Learning from Automation Surprises and “Going Sour” Accidents**: Progress on Human-Centered Automation. NASA Ames Research Center. Moffet Field, CA, 1998.

# Recuos, Avanços e Continuidade do Programa de Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS): uma análise de políticas públicas (1999-2019)

*Setbacks, Advances and Continuity of the China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS): a public policy analysis (1999-2019)*

*Contratiempos, Avances y Continuidad del Satélite de Recursos de la Tierra China-Brasil (CBERS): un análisis de políticas públicas (1999-2019)*

Raquel dos Santos Missagia<sup>I</sup>

Victória Viana Souza Guimarães<sup>II</sup>

## RESUMO

O artigo com enfoque no Brasil busca, por meio da avaliação do atual estado do Programa de Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS), identificar os principais atores interessados, verificar se o objetivo do programa está sendo alcançado e se há obstáculos para isso. Por fim, apresenta possíveis caminhos para as políticas públicas voltadas ao setor espacial no Brasil. O delineamento temporal de 1999-2019 baseia-se no primeiro e último lançamento de satélite do Programa CBERS. A partir da análise dos dados levantados foi verificado que o programa apesar de alcançar grande prestígio junto à comunidade científica internacional, ainda possui uma série de óbices que, mesmo com tantos anos de existência, ainda não foram resolvidos. Entre as principais questões diagnosticadas ressaltamos a gestão ineficaz de intervalo de tempo entre os lançamentos, com recorrentes atrasos, a dificuldade de manter regularidade no repasse do orçamento destinado ao programa, em termos de valor e periodicidade.

**Palavras-chave:** CBERS. Brasil. China. Políticas Públicas.

## ABSTRACT

*The article with a focus on Brazil seeks, through the assessment of the current state of the CBERS Program, to identify the main stakeholders, to verify if the objective of the program is being achieved and if there are obstacles to it, finally it presents possible paths for public policies*

*aimed to the space sector in Brazil. The 1999-2019 time frame is based on the first and last satellite launch of the CBERS Program. From the analysis of the data collected, it was verified that the program, despite reaching great prestige within the international scientific community, still has a series of obstacles that, even with so many years of existence, have not yet been resolved. Among the main issues diagnosed, we highlight the ineffective management of the time interval between launches with recurring delays, the difficulty of regularity in the transfer of the budget allocated to the program in terms of value and periodicity.*

**Keywords:** CBERS. Brazil. China. Public policy.

## RESUMEN

*El artículo con un enfoque en Brasil busca, a través de la evaluación del estado actual del programa CBERS, identificar a los principales interesados, verificar si se está logrando el objetivo del programa y, si existen obstáculos, finalmente presenta posibles caminos para las políticas públicas dirigidas a al sector espacial en Brasil. El marco de tiempo 1999-2019 se basa en el primer y último lanzamiento satelital del Programa CBERS. A partir del análisis de los datos recopilados, se verificó que el programa, a pesar de alcanzar un gran prestígio en la comunidad científica internacional, todavía tiene una serie de obstáculos que, incluso con tantos años de existencia, aún no se han solucionado.*

I. Universidade Federal Fluminense (UFF) – Niterói/RJ – Brasil – Doutorado em Estudos Estratégicos da Defesa e Segurança pela UFF. E-mail: raqueldos@id.uff.br

II. Universidade Federal Fluminense (UFF) – Niterói/RJ – Brasil – Mestranda em Estudos Estratégicos da Defesa e Segurança pela UFF. E-mail: victoriaguimaraes@id.uff.br

Recebido: 24/04/20

Aceito: 19/06/20

*Entre los principales problemas diagnosticados, destacamos la ineficiente gestión del intervalo de tiempo entre lanzamientos, con retrasos recurrentes, la dificultad de regularidad en la transferencia del presupuesto asignado al programa en términos de valor y periodicidad.*

**Palabras clave:** CBERS. Brasil. China. Políticas públicas.

## 1 INTRODUÇÃO

A cooperação entre Brasil e China no setor espacial tem no Programa *China-Brazil Earth Resources Satellite* (CBERS - Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) seu maior expoente. Iniciada em 1988, a cooperação entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST) faz parte de uma série de acordos bilaterais que o governo chinês mantém com outros países nesse mesmo setor.

Um dos principais diferenciais dessa cooperação foi a capacidade de esses dois países fabricarem e lançarem um satélite em conjunto, demonstrando a possibilidade de sucesso numa cooperação entre países em desenvolvimento em áreas avançadas do conhecimento. Sobre esse aspecto Monserrat Filho (1997, p. 154) destaca que esta foi a primeira vez que dois países em desenvolvimento firmaram um acordo de cooperação num setor de alta tecnologia.

Brasil e China por intermédio do Programa CBERS fortalecem sua parceria estratégica e, simultaneamente, por meio do fornecimento gratuito de imagens provenientes dos satélites CBERS, trazem impactos para outros países em desenvolvimento, como é o caso de alguns países africanos desde 2007 (INPE, 2007). O foco deste artigo está nas questões relacionadas ao Brasil e a perspectiva metodológica adotada é a análise de políticas públicas. O que se almeja é apresentar a atuação brasileira por meio de uma análise de políticas públicas.

O Programa CBERS está inserido na Política Espacial Brasileira e a sua permanência ao longo de tantos anos fez com que esse Programa atingisse grau prioritário dentro do reduzido orçamento destinado às atividades espaciais brasileiras. Por intermédio da avaliação do presente estado em que se encontra esse programa, este trabalho objetiva identificar os principais atores interessados, verificar se o objetivo do programa está sendo alcançado e se há obstáculos para isso. Por fim, apresenta possíveis caminhos para as políticas públicas voltadas ao setor espacial no Brasil. O delineamento temporal de 1999-2019 baseia-se no primeiro e último lançamento de satélite CBERS.

Esta análise busca fornecer uma avaliação geral desse programa, com foco em sua fase de implementação.

Com base na análise dos dados levantados, concluímos que o CBERS, apesar de alcançar grande prestígio junto à comunidade científica internacional, necessita ganhar maior segurança nos repasses de recursos e uma melhor gestão do espaço de tempo entre os lançamentos. Outra constatação deste trabalho é que o Programa CBERS consolidou-se, porém em descompasso com o desenvolvimento do setor espacial brasileiro e chinês. China e Brasil trilham caminhos diversos no desenvolvimento de suas políticas nacionais para o setor espacial.

O artigo está estruturado em duas partes: metodologia e diagnóstico, este tem um subitem, Programa CBERS, que se divide em duas partes, em que uma aborda o Modelo *Stakeholders* e a outra, o Modelo de Consecução de Objetivo. Por fim, apresentamos as considerações finais com os resultados encontrados em nossa avaliação do Programa CBERS.

## 2 METODOLOGIA

A avaliação de políticas públicas possui diferentes abordagens. Neste trabalho apoiamos-nos na definição de Vedung (1997), na qual defende que seja realizada retrospectivamente (*ex post*) uma avaliação cuidadosa de mérito, eficiência e valor de administração, impactos e resultados de intervenções governamentais, com o objetivo de exercer uma função prática no futuro (VEDUNG, 1997, p. 3). Na delimitação do que entendemos por avaliação, buscamos apresentar o modelo de avaliação que utilizaremos.

A utilização de modelos para compreenderem-se as dinâmicas sociais é uma maneira de delinear-se os limites de uma análise, operando como uma simplificação para que algum aspecto do mundo possa ser melhor compreendido (KING; KEOHANE; VERBA, 1994, p. 49).

Diante da complexidade que envolve a realidade, os modelos são estruturados por escolhas metodológicas e teóricas que buscam dar visibilidade a determinados detalhes da realidade em detrimento de outros. Nesse sentido, os modelos de avaliação de políticas públicas, como bem notou Vedung, buscam combinações, criando uma tendência de pluralismo. Tais modelos não fornecem respostas finais sobre uma política, mas fragmentos, uma vez que os modelos fornecem perspectivas parciais. Assim, Vedung incentiva fortemente que seja realizada a combinação de modelos quando for viável. Buscando atender a essa recomendação, este trabalho utilizou dois modelos de avaliação: *goal-achievement* e *stakeholder* (VEDUNG, 1997, p. 36, 37-49, 69-75; HANSEN; VEDUNG, 2010; VEDUNG, 2017, p. 46; 59-61; 86-90).

### 3 DIAGNÓSTICO

#### 3.1 Programa CBERS

O Programa CBERS foi criado no dia 6 de julho de 1988 por intermédio de um acordo de parceria no setor técnico-científico espacial que envolveu o governo brasileiro, representado pelo INPE, e o governo chinês, representado pela CAST. A finalidade do acordo consistia no desenvolvimento de dois satélites avançados de sensoriamento remoto de nível internacional que levassem a bordo câmeras imageadoras, assim como um repetidor para o Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (INPE, 2018).

Os custos da tecnologia empregada para desenvolver os satélites de sensoriamento remoto são muito altos, neste sentido o programa se revela muito importante já que representa uma tentativa de reverter o quadro de dependência das imagens fornecidas por equipamentos de um número seletivo de países (INPE, 2018). Assim, foi criado um sistema de responsabilidades divididas entre a CAST, responsável por 70%, e o INPE, responsável por 30% dos custos totais.

Dentre os principais itens do acordo destacam-se: o desenvolvimento conjunto, com base na equivalência e nos benefícios mútuos; o uso por ambas as partes, quando o satélite estiver voando sobre cada território, sendo que o uso do satélite por um terceiro país ou o envio de imagens só poderá ocorrer mediante a aprovação da China e do Brasil; o comitê de projetos, composto por ambas as partes como a autoridade máxima e com a responsabilidade de organizar e implementar o projeto; o cumprimento final do projeto quando o CBERS for testado, qualificado em órbita e estiver disponível para a utilização; não permissão de parada na implementação, caso algumas das partes abandone o projeto, em que a outra parte terá de ser indenizada por todas as perdas; emenda ao projeto por aprovação do Comitê; e a nota técnica anexada ao acordo

e com os mesmos efeitos legais após a assinatura de ambas as partes (FURTADO et al. 2000, p. 252).

Os CBERS-1 e 2, lançados em 1999 e 2003, respectivamente, são idênticos em sua constituição técnica, missão no espaço e em suas cargas úteis. Os equipamentos foram dimensionados para atender as necessidades dos países e para permitir o ingresso no restrito mercado de imagens de satélites, dominado pelas nações desenvolvidas (INPE, 2018).

No ano de 2002 foi assinado um acordo para a continuação do programa com a construção dos CBERS-3 e 4. A partir de então, foi estabelecida uma nova divisão de investimentos de recursos – 50% para cada país. Como o lançamento do CBERS-3 somente era possível após o CBERS-2 deixar de funcionar, acarretando em prejuízo para ambas as partes do contrato e para os inúmeros usuários dos satélites, em 2004, foi decidido construir o CBERS-2B e lançá-lo em 2007 (INPE, 2018).

Os satélites CBERS-3 e 4 representam uma evolução em relação aos satélites anteriores, pois neles foram utilizadas, no módulo carga útil, quatro câmeras (Câmera Pancromática e Multiespectral – PAN, Câmera Multiespectral Regular – MUX, Imageador Multiespectral e Termal – IRS, e Câmera de Campo Largo – WIFI) com desempenhos geométricos e radiométricos aperfeiçoados (INPE, 2018). A passagem para quatro câmeras significou um avanço, pois aumentou a qualidade das imagens geradas pelos satélites CBERS.

O CBERS 3 foi lançado em 2013, mas devido a uma falha ocorrida com o veículo lançador Longa Marcha 4B, o satélite não foi colocado na órbita prevista, o que resultou em sua reentrada na atmosfera da Terra. Após esta falha o lançamento do CBERS-4 – originalmente previsto para dezembro de 2015 – foi antecipado para dezembro de 2014 (INPE, 2018).

As principais características do CBERS- 1 e 2, CBERS 2B e CBERS-3 e 4 podem ser observadas neste quadro.

**Quadro 1** - Características do CBERS 1, 2, 2B, 3 e 4.

<b>Características</b>	<b>CBERS-1 e 2</b>	<b>CBERS 2B</b>	<b>CBERS-3 e 4</b>
Massa total	1450 kg	1450 kg	2000 kg (máx.)
Potência gerada	1100 W	1100 W	1500 W (mín.)
Dimensões do corpo	1,8 X 2 X 2,2 m	1,8 X 2 X 2,2 m	1,8 X 2 X 2,5 m
Dimensões do painel	6,3 X 2,6 m	6,3 X 2,6 m	6,3 X 2,6 m
Altitude da órbita heliossíncrona	778 km	778 km	778 km
Propulsão	hidrazina	hidrazina	hidrazina
Tempo de vida (confiabilidade de 0,6)	2 anos	2 anos	3 anos
Estabilização	3 eixos	3 eixos	3 eixos
TT&C bandas	UHF, VHF e S	UHF, VHF e S	S

Fonte: INPE, 2018.



No intuito de evitar ou minimizar a interrupção no fornecimento de imagens para os usuários de imagens do CBERS, já que a vida útil projetada para o CBERS-4 é de 3 anos, Brasil e China assinaram, em 2015, protocolo de desenvolvimento e lançamento de um novo satélite, o CBERS-4A. (INPE, 2018).

O CBERS-4A foi idealizado a partir da disponibilidade de equipamentos e modelos de voo reserva, fabricados para os CBERS-3 e 4, que, mediante o êxito da integração e lançamento do CBERS-4, não precisaram ser utilizados. No entanto, para o desenvolvimento do CBERS-4A ainda se fez necessários fabricação de determinados equipamentos e subsistemas (INPE, 2018).

De acordo com Antônio Carlos Pereira, coordenador do CBERS, embora o CBERS-4A use partes remanescentes do CBERS 3 e do CBERS 4, do ponto de vista sistêmico ele é um satélite totalmente novo e muito mais complexo (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018a). Além disso, enquanto os demais satélites tinham vida útil projetada de três anos, este último tem uma vida útil projetada de cinco anos (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018a).

O lançamento do CBERS-4A, o sexto da família CBERS, estava previsto, inicialmente, para ocorrer até o final do ano de 2018<sup>1</sup>. No entanto Brasil e China decidiram reajustar o cronograma do CBERS-4A. Para adequarem-se

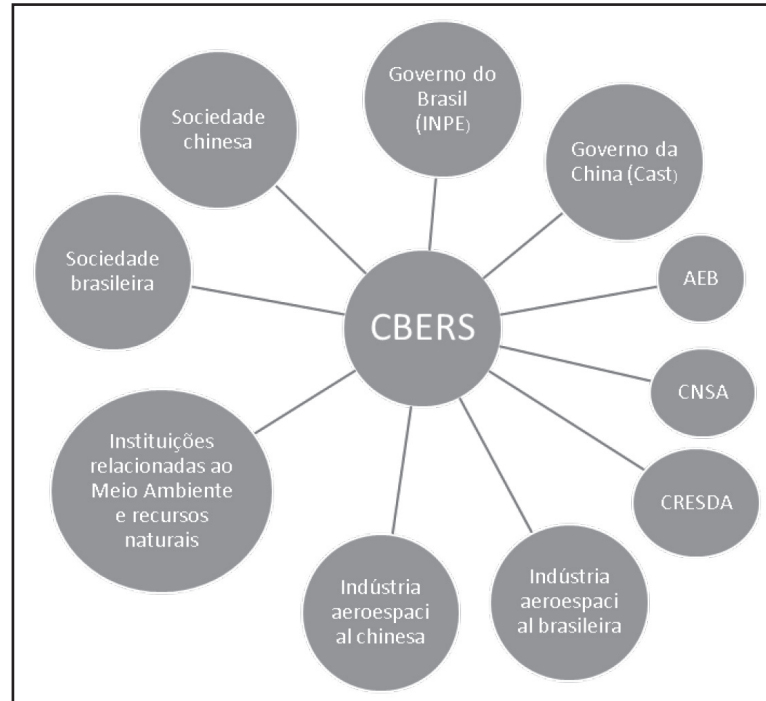
às circunstâncias do projeto, o lançamento foi reprogramado para o primeiro semestre de 2019<sup>2</sup>. Após terem sido concluídos todos os testes no satélite, o satélite CBERS-4A foi lançado em 20 de dezembro de 2019 (INPE, 2019). Cabe salientar que, apesar de a vida útil projetada para o CBERS-4 ter sido de 3 anos, em dezembro de 2019 ele ainda permanecia em operação (AEB, 2020).

### 3.1.1 Modelo de *Stakeholders* aplicado ao Programa CBERS

O modelo de *Stakeholders* (ou de avaliação de atores interessados) contribui para verificar quais são os atores interessados na política pública que está sendo implementada.

A responsabilidade do desenvolvimento do Programa CBERS é compartilhada entre o INPE e a CAST. A Agência Espacial Brasileira (AEB), responsável “pela implementação, coordenação e supervisão de projetos e atividades relativas aos satélites e suas aplicações”, contribui para a capacitação da indústria brasileira e a promoção da autonomia do setor espacial (AEB, 2012). A *China National Space Administration* (CNSA) é a agência espacial estatal da China. Ela é a responsável pelo programa espacial chinês, então o planejamento e desenvolvimento das atividades

**Figura 1** - Modelo de *Stakeholders* aplicado ao Programa CBERS.



Fonte: As autoras.

<sup>1</sup> Cabe destacar que “somente em novembro de 2016, foi obtida a sanção presidencial ao Protocolo Complementar para o desenvolvimento conjunto desse satélite” (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2017, p. 3).

<sup>2</sup> Durante a 13ª reunião do Comitê Conjunto do Programa CBERS, que aconteceu em 2017, “Brasil e China, em vista das circunstâncias atuais do projeto, decidiram reprogramar o lançamento do satélite para o primeiro semestre de 2019” (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2018, p. 34).

espaciais do país fica ao seu encargo. A *China Center for Resource Satellite Data and Applications* (CRESDA) trabalha no segmento solo imagem e a *China Satellite Launch and Tracking General* (CLTC), no segmento solo de controle. A indústria aeroespacial brasileira e chinesa também estão inseridas nesta camada. Elas são responsáveis pela fabricação dos componentes que fazem parte dos satélites CBERS, e setor que gera uma série de impactos econômicos diretos e indiretos para a sociedade.<sup>3</sup>

Atualmente no Brasil quase todas as instituições relacionadas ao meio ambiente e recursos naturais (EMBRAPA, ANP, IBGE, ANA, CENSIPAM, CCISE – MD, ANATEL, etc.) são usuárias das imagens do satélite da família CBERS (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2019. p. 46). As imagens são usadas no controle do desmatamento e queimadas na Amazônia Legal, no monitoramento de recursos hídricos, áreas agrícolas, crescimento urbano, ocupação do solo, em educação e em inúmeras outras aplicações (INPE, 2018; AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2019. p. 46).

Ele é essencial para os grandes projetos nacionais estratégicos, como o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), o sistema de Detecção do Desmatamento na Amazônia Legal em Tempo Real (DETER), e o sistema de Monitoramento da Cana-de-Açúcar por Imagens de Satélite (CANASAT) (INPE, 2018). A sociedade brasileira e a chinesa ganham como um todo, pois o país deixa de depender das imagens fornecidas por equipamentos de um pequeno número de países.

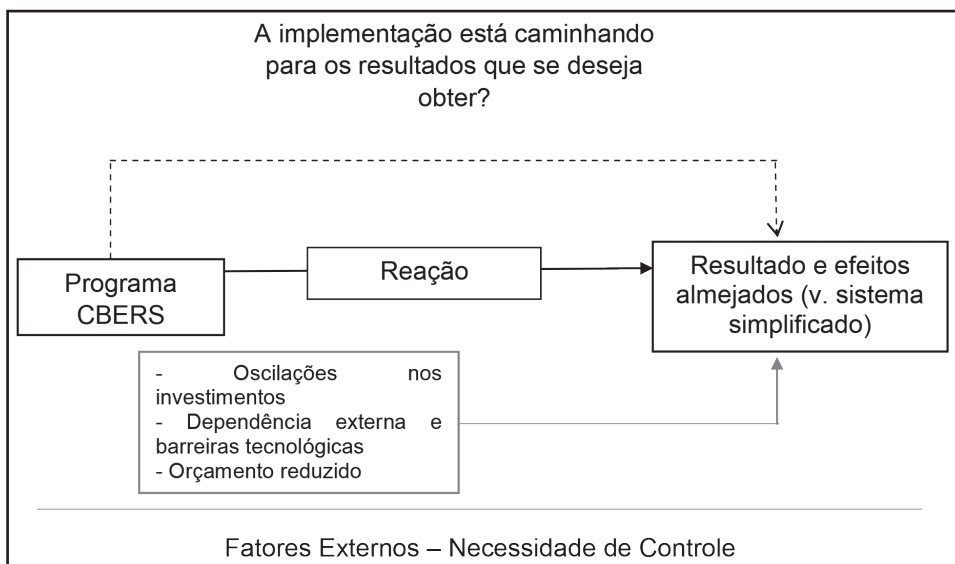
### 3.1.2 Modelo de Consecução de objetivo

O modelo de consecução de objetivos busca medir o alcance do objetivo e realizar a avaliação do impacto da intervenção (VEDUNG, 2013, p. 388). Para fazer isso, identificam-se os objetivos para determinar até que ponto eles estão sendo realizados e, posteriormente, verifica-se o grau em que a intervenção contribuiu ou a prejudicou para a realização das metas do programa (VEDUNG, 2013, p. 388).

Os objetivos do Programa CBERS, conforme o acordo de 1988, consistem em “usar técnicas avançadas de sensoriamento remoto para inventariar, desenvolver, gerenciar e monitorar os chineses e brasileiros na agricultura, silvicultura, geologia, hidrologia, geografia, cartografia, meteorologia e meio ambiente” e também “promover o desenvolvimento e aplicação da tecnologia de sensoriamento remoto na China e no Brasil” (MONSERRAT FILHO, 1997, p. 160). Por meio de uma revisão de literatura foi possível constatar os obstáculos presentes na execução do programa CBERS. Classificados no modelo referido como fatores externos a serem controlados, destacam-se, como está na figura 2, em: 1) oscilações na aplicação de investimentos previstos no CBERS; 2) dependência externa e barreiras tecnológicas e 3) orçamento reduzido.

No que tange a oscilações na aplicação de investimentos previstos no CBERS, desde o início do programa, o Brasil apresentou dificuldades de entregar sua parte no prazo, o que causou atrasos nos processos.

**Figura 2 - Modelo de Consecução de Objetivos do Programa CBERS.**



Fonte: Elaboração das autoras com adaptação de Vedung, 1997, e Oliveira, G., 2016, p.179.

<sup>3</sup> Sobre os impactos econômicos do Programa CBERS, ver: COSTA FILHO, 2006.

Roberto Abdenur, embaixador do Brasil na China entre 1989 e 1993, relembra que logo após o acordo entrar em vigor ocorreu a mudança de governo, período em que os investimentos do programa congelaram (SILVA, 2014, p. 77). Neste sentido Abdenur afirmou que:

Em duas ou três ocasiões os chineses ficaram irritados com os atrasos que ameaçaram fazer tudo sozinho e tirar o Brasil do programa (...) assim, tive que segurar o acordo quase que na unha, como se diz, argumentando que tivessem paciência com o Brasil, pois o projeto seria o pilar fundamental de uma importante parceria estratégica entre os dois países (SILVA, 2014, p.77).

O empenho de Abdenur em manter a aproximação entre os dois países sofreu uma série de testes, principalmente pela dificuldade de a parte brasileira garantir os repasses de recursos ao projeto. Nesse sentido, a variação orçamentária na Política Espacial Brasileira comprometeu diretamente os repasses ao Programa CBERS. O governo Fernando Collor (1990-1992) foi crítico para o programa espacial, que perdeu relevância como programa estratégico. Nesse período houve atrasos em programas como o CBERS e o VLS-1 (ROLLEMBERG, 2010, p. 40).

As dificuldades de manutenção e regularidade do orçamento destinado aos projetos de desenvolvimento científico e tecnológico espacial são uma constante dentro do Programa Espacial Brasileiro. Sobre esse aspecto, Carvalho (2011) faz a seguinte afirmação:

Períodos de penúria de recursos traduzem-se em atrasos sucessivos de cronograma com consequente obsolescência da infraestrutura, atraso tecnológico dissolução de parcerias internacionais e dispersão ou perda de pessoal. Entre os principais prejudicados com tal situação, encontra-se o setor industrial nacional, formado por pequenas e médias empresas incapazes de suportar atrasos de pagamentos contratuais ou a falta de contratos por longo tempo (CARVALHO, 2011, p. 24).

Em relação a dependência externa e barreiras tecnológicas, esse obstáculo ocorre devido ao fato de os componentes eletrônicos mais sofisticados no programa serem na sua maioria importados. De acordo com o então presidente da AEB, José Raimundo Braga Coelho, o Brasil ainda não fabrica determinados componentes eletrônicos com qualificação espacial, logo precisa importar, e existem certas tecnologias singulares em satélites que não valem a pena desenvolver no país,

já que são muito caras e a demanda é muito baixa (SILVA, 2014, p. 76). Além dessa questão, existem outros entraves e limitações, em que merece destaque a resistência do Departamento de Estado norte-americano em liberar a venda de componentes, já que todos eles são submetidos ao *International Traffic in Arms Regulations* (ITAR - Regulamentação sobre o Tráfico Internacional de Armas<sup>4</sup>), que considera qualquer plataforma orbital como armamento (SILVA, 2014, p. 76).

As restrições tecnológicas constituem uma barreira importante no desenvolvimento de programas espaciais de países em desenvolvimento. A cooperação entre Brasil e China não chamou a atenção dos Estados Unidos em seus primeiros anos, principalmente porque os primeiros satélites eram pouco sofisticados (ROLLEMBERG, 2010, p. 55). Entretanto,

com o anúncio, em novembro de 2002, do acordo para produzir os CBERS-3 e 4, com custos divididos e objetivo de aperfeiçoar a carga útil para imageamento com resolução de 5 m, o projeto passou a sofrer restrições, com a proibição de venda de componentes, o que gerou atraso no desenvolvimento do CBERS-3. Passados dezesseis anos da criação da AEB, a ascensão de uma coordenação civil sobre o programa e a assinatura dos tratados de restrição à aquisição de tecnologias sensíveis não evitaram o embargo comercial. (ROLLEMBERG, 2010, p. 55).

Além disso, de acordo com o relatório de 2009,

O atraso, em parte, é causado pela dificuldade na aquisição de componentes com qualificação espacial, devido ao controle de comercialização de tecnologias sensíveis pelos EUA. A dificuldade de acesso aos componentes tem acarretado modificações nos projetos desses subsistemas, aumento de custos e prorrogação do lançamento. (INPE, 2009, p. 12).

As barreiras na aquisição de componentes de equipamentos de uso dual é uma constante no processo de desenvolvimento de setores estratégicos. O chamado cerceamento tecnológico “tem sido usado pelos países desenvolvidos no sentido de manter vantagens estratégicas, não somente militares, mas também comerciais, alcançadas graças aos valiosos conhecimentos que detêm por meio de suas empresas” (LONGO; MOREIRA, 2009, p. 75).

A dificuldade de aquisição de componentes retarda o desenvolvimento, pois “para contornar o problema, o país tenta nacionalizar alguns sistemas, com sucesso ainda modesto” (ROLLEMBERG, 2010, p. 55). Ainda sobre

<sup>4</sup> Para Pedone (2009, p. 2), a finalidade do ITAR, instrumento unilateral de cerceamento tecnológico dos EUA, é controlar a exportação de bens sensíveis incluídos na *US Munitions List*, como aviônica, tecnologia de sensores, *laser*, satélites, *chips* para computadores, material óptico, entre outros. Seu objetivo finalístico é salvaguardar a segurança nacional e dar consecução aos objetivos da política externa norte-americana (PEDONE, 2009, p. 2). A interpretação e implementação do ITAR ocorre por meio do Departamento de Estado.

esse aspecto, Longo e Moreira ressaltam que países como Rússia, China e Índia desenvolveram setores estratégicos ligados à segurança e defesa. Tais países dominam a tecnologia nuclear para fins de defesa e de mísseis de longo alcance. Nesse sentido, é interessante notar que “ora estão alinhados com os cerceados, ora são cerceadores, sendo tratados de maneira diferenciada, dependendo de fatores conjunturais” (LONGO; MOREIRA, p. 80). A dinâmica do cerceamento tecnológico contribui para explicar a maneira como o Brasil enfrenta barreiras na aquisição de componentes. A China, ao mesmo tempo que é detentora de tecnologia considerada sensível, não está disposta a realizar transferência de tecnologia. Assim,

A cooperação internacional na área espacial é particularmente diferenciada das demais, pois ao mesmo tempo em que grande parte dos projetos é desenvolvida em regime de cooperação internacional, devido aos altos custos e à escassez de tecnologia, não existe por parte dos países detentores dessa tecnologia interesse em repassá-la a outras nações. Por conseguinte, os acordos assinados entre os países na área espacial não significam uma garantia de transferência dessa tecnologia. (BRITO, 2011, p.35; *apud* COSTA FILHO, 2006).

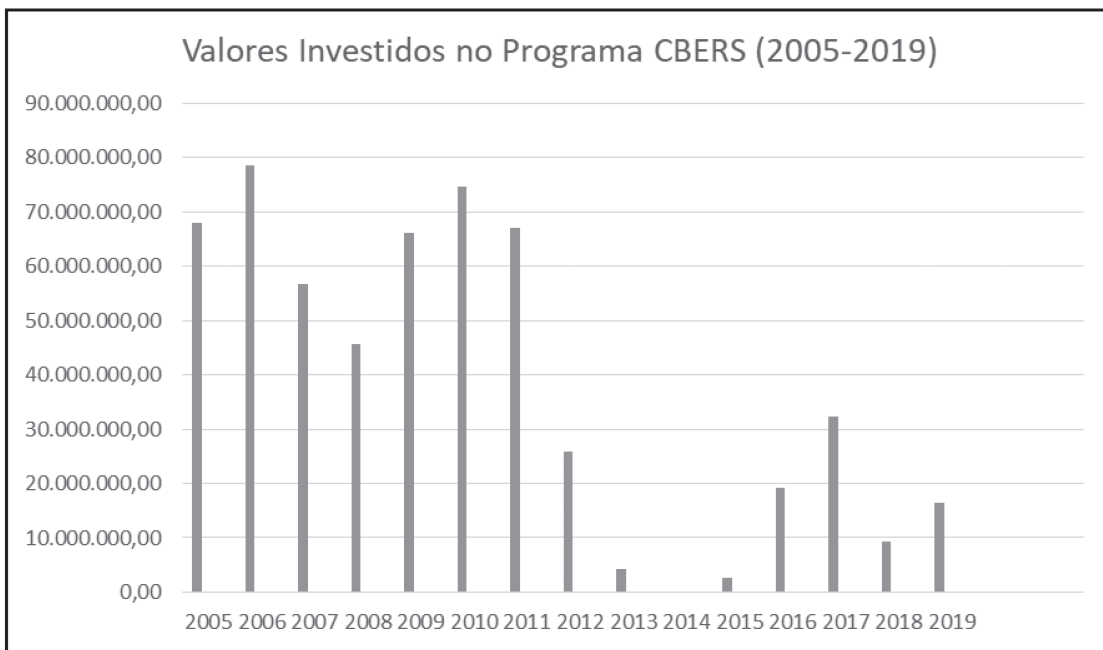
Finalmente, para demonstrar o orçamento reduzido, utilizamos o Gráfico 1 que traz os dados de investimento no Programa CBERS ao longo do período 2005 – 2019. Por meio dele, além de podermos verificar que houve uma diminuição no orçamento do programa, é possível perceber que

há uma oscilação considerável de recursos entre o período de 2005 – 2011 e de 2012 a 2019. Sobre isso é importante ressaltar que, entre os anos de 2005 e 2013, aparece nos relatórios de gestão do INPE que o orçamento destinado ao CBERS cobria o investimento concomitante em equipamentos para o CBERS 3 e 4.

Posteriormente, os relatórios só dão conta do CBERS-4A. Também é digno de nota que, a partir do relatório de 2015, a falta de recursos devido aos contingenciamentos passa a ser mais presente. Nesse sentido, é interessante ressaltar que a documentação aponta que as principais razões dos sucessivos atrasos até 2014 estão principalmente relacionadas à dificuldade de a indústria nacional atender as especificações dos componentes dos satélites CBERS e a dificuldade em obter peças sem restrições de importação pelos EUA (INPE, 2009, p. 12).

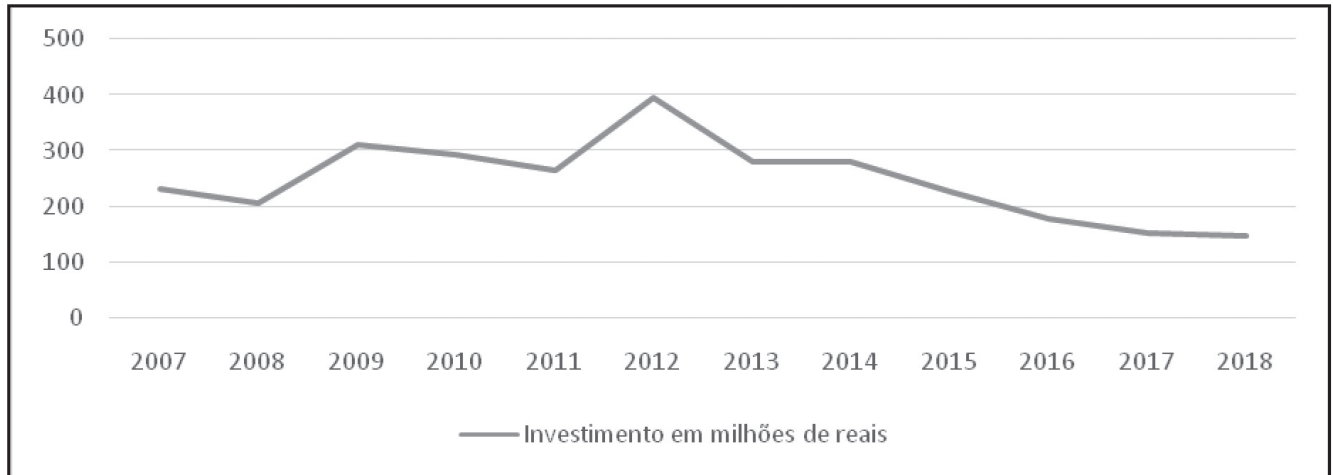
O Gráfico 2 mostra o investimento nacional ao longo do período 2007-2018 no Programa Espacial Brasileiro. Esse investimento é referente aos valores empregados no desenvolvimento de “lançadores, bases de lançamentos, satélites e seus sistemas de recepção e controle, e de aplicação de dados” (AEB, 2018). É possível perceber que o montante empregado vem diminuindo ao longo dos últimos anos. As restrições orçamentárias em projetos de ciência e tecnologia geram grandes prejuízos para o desenvolvimento científico e tecnológico.

**Gráfico 1** - Investimento anual no Programa CBERS, por milhões de reais.



**Fonte:** Elaboração das autoras com base em dados obtidos pelo Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento do Governo (SIOP) e Relatórios de Gestão do INPE.



**Gráfico 2** - Investimento anual no Programa Espacial Brasileiro.

Fonte: Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento do Governo (Siop) *apud* Agência Espacial Brasileira, 2020.

Como consequência dos fatores externos a serem controlados, verificou-se um aumento no intervalo do tempo entre o lançamento dos satélites. Apesar da previsão de lançamento de satélites ser a cada dois anos, os atrasos sucessivos por problemas técnicos, embargos de importações de conversores dos EUA, produtos com defeitos ou atrasos no repasse dos recursos prejudicaram a sequência da colocação de satélites em órbita (SILVA, 2014, p. 99).

Os sucessivos atrasos envolvendo problemas orçamentários trouxeram uma série de impactos negativos para o cronograma do Programa CBERS. Nesse sentido, Carvalho (2011, p. 24) explica de que maneira a flutuação orçamentária traz impactos negativos para a Política Espacial Brasileira:

O impacto negativo dessa variação orçamentária, ao longo do tempo, sobre o programa decorre da própria natureza dos produtos e serviços espaciais. Com efeito, a construção de satélites, de foguetes e de infraestrutura terrestre apresenta complexidade e riscos tecnológicos, alto custo e ciclos de desenvolvimento longos, em geral de quatro e oito anos. Dessa forma, a gestão de projetos e das atividades espaciais torna-se refém da incerteza, em longo prazo, do suporte financeiro necessário à execução das tarefas e dos contratos envolvidos, o que acaba gerando constantes soluções de continuidade e ações desgastantes e contínuas de replanejamento.

A respeito das considerações realizadas nessa citação é possível estendê-las ao Programa CBERS. De acordo com a avaliação feita neste artigo, o Programa CBERS sofreu com contínuos replanejamentos de seu cronograma de execução. Desde os primeiros anos até o último lançamento realizado em dezembro de 2019, uma das principais

variáveis que favoreceram os sucessivos atrasos é o orçamento flutuante do setor espacial brasileiro. No entanto, como já foi apontado essa não é a única variável a operar, é importante ressaltar também os efeitos adversos do cerceamento tecnológico para países em desenvolvimento. O aumento nos intervalos e sucessivos replanejamentos também estão relacionados e a dificuldade de obter componentes de uso dual que muitas vezes não são vendidos pelos Estados detentores destas tecnologias. Isso faz com que o país que é cerceado tenha que desenvolver o componente, o que requer tempo, recurso e capacitação. Este é um processo complexo de interação entre dependência, interdependência e autonomia.

A questão orçamentária é ressaltada por Ricardo Galvão, ex-diretor do INPE, o Brasil não está tão bem quanto poderia estar, principalmente, porque a falta de recurso culmina com o problema de falta de recursos humanos no INPE (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018c). O investimento no programa espacial brasileiro tem sido muito pequeno, principalmente quando comparado aos orçamentos de outros programas espaciais de países emergentes, por exemplo o indiano. Nesse sentido, Galvão chama atenção para a importância de parceria com outros países, pois isso permite que seja adquirido conhecimentos que não foram adquiridos na parceria com a China (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018c).

O primeiro satélite da Argentina, por exemplo, foi testado no INPE, a Argentina tem alcançado um excelente nível de desenvolvimento de seu programa espacial. Isso porque embora a economia Argentina

não estivesse em seus melhores momentos, eles mantiveram recurso e ideologia de desenvolvimento contínuo que deram prioridade ao programa devido a sua importância para a sociedade. A falta de demanda de satélites pelo governo brasileiro prejudicou a indústria espacial brasileira. Este é um ponto que merece atenção, que falta de demanda e de regularidade de investimento no setor espacial é um dos grandes óbices para a consolidação de uma indústria aeroespacial forte (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018c).

Amauri Montes, ex-coordenador geral de engenharia do INPE, ressalta o problema em relação a recursos humanos (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018b). Segundo Montes, estamos perdendo muitos recursos humanos devido à aposentadoria e ao fato de não haver investimento contínuo no setor<sup>5</sup>; não está havendo reprodução desses recursos humanos e isso faz com que possa haver a perda de aprendizado (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018b).

Novos caminhos, no entanto, estão sendo abertos para o setor espacial e a tendência mundial é evoluir para satélites menores. O INPE trabalha em prol de uma plataforma para desenvolver satélites de 200 quilos, o que poderia ser desenvolvido com maior continuidade de encomendas. Apesar de não promover uma grande demanda, possibilita uma demanda contínua que permite manter o pessoal qualificado que tem sido perdido. Por meio da reformulação do programa espacial brasileiro e de sua governança é possível consolidar um programa espacial que tenha grande participação da indústria nacional e manter funcionários e conhecimentos que foram adquiridos (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018c).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou analisar o Programa CBERS por meio da metodologia de avaliação de políticas públicas. Nesse sentido, a coleta de dados documentais forneceu os dados necessários para a aplicação dos modelos de avaliação: *stakeholder* e *goal-achievement*. A aplicação destes modelos contribuiu para a identificação dos principais atores interessados e para a verificação dos objetivos e obstáculos do programa.

Os resultados da análise apresentada demonstram que o CBERS é um programa de interesse econômico, por sua contribuição para o monitoramento da agricultura e fortalecimento da indústria aeroespacial, e social, por suas características de monitoramento do meio ambiente. A parceria com a China facilita a divisão de custos e favoreceu o prestígio diante do governo brasileiro para a entrada dos recursos. Nesse sentido, Brasil e China, ao longo da história do CBERS e, principalmente, nos últimos anos buscam ampliar o grupo de interesse que tem acesso às imagens fornecidas pelo CBERS. Como já mencionado, desde 2007, há uma disponibilização gratuita de imagens geradas pelo CBERS para países da África, o que representa um esforço conjunto do Brasil com a China, de fortalecerem o programa e, ao mesmo tempo, aumentarem o número de países que têm acesso a essas imagens (INPE, 2007).

A análise dos dados de atingimento de metas demonstrou que, apesar de ser um programa que tem conseguido manter-se, ao longo de toda a sua trajetória tem encontrado, sucessiva e repetidamente, uma série de dificuldades. Entre elas a que se destaca é a incapacidade de cumprir a meta de intervalo entre um lançamento e outro. Apesar de o CBERS ser mantido como uma prioridade dentro da política espacial brasileira, ainda assim ele está sujeito a restrições orçamentárias que contribuem para que ocorram atrasos na fabricação dos componentes e equipamentos do satélite.

Concluimos, direcionando para a necessidade de levantamento de mais dados sobre o programa CBERS, a exemplo de aspectos da nacionalização dos satélites e os impactos para a indústria aeroespacial brasileira. A relação bilateral entre Brasil e China no setor espacial consolidou o programa CBERS enquanto fornecedor de imagens de satélites, mas isso não significou que, ao longo da história do Programa, o Brasil foi capaz de acompanhar o desenvolvimento espacial de seu parceiro.

Apesar disso, é importante ressaltar que ambos os países conseguiram aprimorar técnicas e conhecimentos no setor. Considerando que o Brasil não mais se encontra em nível semelhante de conhecimento ao da China, nesse setor, seria interessante que o Brasil reforçasse acordos de cooperação com países que ainda estão desenvolvendo o seu setor espacial para que assim ocorra uma troca mais efetiva de conhecimento em áreas em que é buscada a autonomia.

<sup>5</sup> Como exemplo Montes cita a empresa Opto que perdeu cerca de 30% dos funcionários que foram convidados a trabalhar no exterior. Ou seja, o Brasil forma pessoas para trabalhar lá fora (BRASIL COM CIÊNCIA, 2019).

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Relatório de Gestão de 2018. Brasília, 2019.
- AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Relatório de Gestão de 2017. Brasília, 2018.
- AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Relatório de Gestão de 2016. Brasília, 2017.
- AEB. Satélites. 20.11.2012. Disponível em: <http://portal-antigo.aeb.gov.br/category/programa-espacial/descricao-satelites/>. Acesso em 31 jul. 2019.
- AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Esclarecimentos da Agência Espacial Brasileira. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/09/Esclarecimentos-da-Ag%C3%Aancia-Espacial-Brasileira.pdf>. Acesso em 24 abril. 2020.
- AEB. CBERS-4A e FloripaSat são lançados com sucesso. 17.01.2020. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/satelites-cbers-4a-e-floripasat-ja-estao-em-orbita/>. Acesso em 23 abril. 2020.
- BRASIL COM CIÊNCIA a. 30 anos do satélite CBERS - Bloco 1/3. 19.10.2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ahtCZ5IBNTI>. Acesso em 19 nov. 2019.
- BRASIL COM CIÊNCIA b. 30 anos do satélite CBERS - Bloco 2/3. 19.10.2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3PkyR9qlyml>. Acesso em 19 nov. 2019.
- BRASIL COM CIÊNCIA c. 30 anos do satélite CBERS - Bloco 3/3. 19.10.2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oiVcBBQzHko>. Acesso em 19 nov. 2019.
- BRITO, Lana Bauad. Da exclusão à participação internacional na área espacial: o programa de satélites sino-brasileiro como instrumento de poder e de desenvolvimento (1999-2009). 181 f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) – Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, 2011.
- CARVALHO, Eduardo. Após perda de satélite, programa espacial mira próximos objetivos. 14.12.2013. G1. São Paulo. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2013/12/apos-perda-de-satelite-programa-espacial-mira-proximos-objetivos.html>. Acesso em 30 jul. 2019.
- CARVALHO, Himilcon de Castro. Alternativas de financiamento e parcerias internacionais estratégicas no setor espacial. In: BRASIL. **Desafios do Programa Espacial Brasileiro**. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos, 2011.
- COSTA FILHO, Edmilson de Jesus. A dinâmica da cooperação espacial sul-sul: o caso do programa CBERS (China – Brazil Earth Resources Satellite). Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP: [s.n], 2006.
- FURTADO, André Tosi; COSTA FILHO, Edmilson de Jesus; CAMPOS, André Sica. A cooperação internacional no programa de satélites: o caso do CBERS. **Revista de Ciência e Tecnologia, Política e Gestão para a Periferia**. Recife, v.4, n.2, pp.248-262, 2000.
- HANSEN, Morten Balle; VEDUNG, Evert. Theory-Based Stakeholder Evaluation. **American Journal of Evaluation**, v. 31, n. 3, p. 295-313, 2010.
- INPE. CBERS. 05.02.2018. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/sobre/historia.php>. Acesso em 30 jul. 2019.
- INPE. África terá acesso gratuito a imagens do CBERS.30.11.2007. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=1276](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=1276). Acesso em 23 abr. 2020.
- INPE. CBERS. 07.03.2019. Disponível em: [http://www.cbers.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5035](http://www.cbers.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5035). Acesso em 30 jul. 2019.
- INPE. **Processos de contas anuais**. São José dos Campos, 2001-2017. Disponível em: < [http://www.inpe.br/gestao/relatorio\\_gestao.php](http://www.inpe.br/gestao/relatorio_gestao.php) >. Acesso em 25 jun. 2020.
- KING Gary.; KEOHANE, Robert.; VERBA Sidney. **Designing Social Inquiry**: scientific inference in qualitative research. New Jersey: Princeton University Press, 1994.
- LANE, Jan-Erik. Implementation, Accountability and Trust. **European Journal of Political Research**, v. 15, n. 5, p. 527-546, set/1987.
- LEITE, Patrícia Soares. **O Brasil e a cooperação Sul-Sul em três momentos**: os governos Jânio Quadros/ João Goulart, Ernesto Geisel e Luiz Inácio Lula da Silva. Brasília: FUNAG, 2011.
- LONGO, Waldimir Pirró e; MOREIRA, William de Sousa. Contornando o cerceamento tecnológico. In: SVARTMAN, E.M. (org.) **Defesa, segurança**

**internacional e forças armadas.** Campinas: Editora Mercado de Letras, 2010, p. 309-321.

MONSERRAT FILHO, José. Brazilian-Chinese space cooperation: an analysis. **Space Policy**, 13(2), p. 153-170, may/1997.

OECD. The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, Paris: OECD Publishing, 2019. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/602407b1-en/index.html?itemId=/content/component/602407b1-en&mimeType=text/html>. Acesso em 23 abr. 2020.

OLIVEIRA, Guilherme Tadeu Berriel da Silva. Uma Avaliação dos Processos de Transferência de Tecnologia do Prosub, Guarani e H-XBR. 314f. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos da Defesa e da Segurança) - Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos da Defesa e da Segurança, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niteroi, 2016.

PEDONE, Luiz. Defesa-Cerceamento Tecnológico: Mecanismos Unilaterais de Cerceamento Tecnológico e Comercial e Regimes que o Brasil não Aderiu, 2009.

REDLEMAN, James; FAULCONER, J. Walter. Improving international space cooperation: considerations for the USA. **Space Policy**, 26, p. 143-151, 2010.

ROLLEMBERG, Rodrigo; VELLOSO, Elizabeth Machado. **A política espacial brasileira.** Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2009. (Série cadernos de altos estudos, n.7)

SILVA, Paulo Henrique da. Brasil-China e a parceria estratégica em ciência e tecnologia: o Programa CBERS e as novas oportunidades de cooperação. 119f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) - Pós-Graduação em Relações Internacionais, Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2014.

VEDUNG, Evert. **Public Policy and Program Evaluation**, New Brunswick, New Jersey and London: Transaction Publishers, 1997.

VEDUNG, Evert; PEDONE, Luiz. **Avaliação de Políticas Públicas:** fundamentos, modelos e desafios. Rio de Janeiro: Editora Luzes, 2018.

VILLAS-BÔAS, Ana Lucia A. **PEB – Programa Espacial Brasileiro:** militares, cientistas e a questão da soberania nacional. Lisboa: Chiado Editora, 2016.

ZHAO, Yun. The 2002 space cooperation protocol between China and Brazil: an excellent example of south-south cooperation. **Space Policy**, 21, p.213-219, 2005.



# Setbacks, Advances and Continuity of the Sino-Brazilian Satellite Program of Terrestrial Studies (CBERS): an analysis of public policies (1999-2019)

*Retrosos, avances y continuidad del Programa Satélite Sino-Brasileño de Recursos Terrestres (CBERS): un análisis de las políticas públicas (1999-2019)*

*Recuos, Avanços e Continuidade do Programa de Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS): uma análise de políticas públicas (1999-2019)*

Raquel dos Santos Missagia<sup>I</sup>  
 Victória Viana Souza Guimarães<sup>II</sup>

## ABSTRACT

The article focusing on Brazil seeks, through the evaluation of the current state of the Sino-Brazilian Satellite Program of Terrestrial Resources (CBERS), to identify the main actors concerned, to verify if the objective of the program is being achieved and if there are obstacles to this. Finally, it presents possible paths to public policies aimed at the space sector in Brazil. The 1999 – 2019 time design is based on the first and last satellite launch of the CBERS Program. From the analysis of the data collected it was verified that the program, despite achieving great prestige with the international scientific community, still has a series of obstacles that, even with so many years of existence, have not yet been resolved. Among the main issues diagnosed we highlight the ineffective management of time interval between launches, with recurrent delays, the difficulty of maintaining regularity in the transfer of the budget for the program, in terms of value and periodicity.

**Keywords:** CBERS. Brazil. China. Public Policies.

## RESUMEN

*El artículo centrado en Brasil busca, a través de la evaluación del actual estado del Programa de Satélite Sino-Brasileño de Recursos Terrestres (CBERS), identificar los principales actores interesados, verificar si se está logrando el objetivo del programa y si existen obstáculos para ello. Finalmente, presenta posibles*

*camino para las políticas públicas dirigidas al sector espacial en Brasil. El período 1999-2019 se basa en el primer y último lanzamiento de satélite del Programa CBERS. Del análisis de los datos recogidos se constató que el programa, a pesar de alcanzar un gran prestigio ante la comunidad científica internacional, aún tiene una serie de obstáculos que, aun con tantos años de existencia, aún no han sido resueltos. Entre los principales problemas diagnosticados, destacamos la gestión ineficaz del intervalo de tiempo entre lanzamientos, con retrasos recurrentes, la dificultad de mantener la regularidad en la transferencia del presupuesto asignado al programa, en términos de valor y periodicidad.*

**Palabras clave:** Brasil. China. Políticas Públicas.

## RESUMO

*O artigo com enfoque no Brasil busca, por meio da avaliação do atual estado do Programa de Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS), identificar os principais atores interessados, verificar se o objetivo do programa está sendo alcançado e se há obstáculos para isso. Por fim, apresenta possíveis caminhos para as políticas públicas voltadas ao setor espacial no Brasil. O delineamento temporal de 1999-2019 baseia-se no primeiro e último lançamento de satélite do Programa CBERS. A partir da análise dos dados levantados foi verificado que o programa apesar*

I. Universidade Federal Fluminense (UFF) – Niterói/RJ – Brazil. Doctor in Strategic Studies of Defense and Security by UFF. Email: raqueldos@id.uff.br

II. Universidade Federal Fluminense (UFF) – Niterói/RJ – Brazil. Master's student in Strategic Studies of Defense and Security by UFF. Email: victoriaguimaraes@id.uff.br

Received: 04/24/20

Accepted: 06/19/20

The acronyms and abbreviations contained in this article correspond to the ones used in the original article in Portuguese.

*de alcançar grande prestígio junto à comunidade científica internacional, ainda possui uma série de óbices que, mesmo com tantos anos de existência, ainda não foram resolvidos. Entre as principais questões diagnosticadas ressaltamos a gestão ineficaz de intervalo de tempo entre os lançamentos, com recorrentes atrasos, a dificuldade de manter regularidade no repasse do orçamento destinado ao programa, em termos de valor e periodicidade.*

**Palabras clave:** CBERS. Brasil. China. Políticas públicas.

## 1 INTRODUCTION

The cooperation between Brazil and China in the space sector has in the China-Brazil Earth Resources Satellite Program (CBERS - Sino-Brazilian Satellite of Terrestrial Resources) its greatest exponent. Initiated in 1988, cooperation between the National Institute of Space Research (INPE) and the Chinese Academy of Space Technology (CAST) is part of a series of bilateral agreements that the Chinese government maintains with other countries in that same sector.

One of the main differentials of this cooperation was the ability of these two countries to manufacture and launch a satellite together, demonstrating the possibility of success in cooperation between developing countries in advanced areas of knowledge. On this aspect Monserrat Filho (1997, p. 154) points out that this was the first time that two developing countries signed a cooperation agreement in a high-tech sector.

Brazil and China through the CBERS Program strengthen their strategic partnership and, at the same time, through the free supply of images from CBERS satellites, bring impacts to other developing countries, as is the case for some African countries since 2007 (INPE, 2007). The focus of this article is on issues related to Brazil and the methodological perspective adopted is the analysis of public policies. The aim is to present the Brazilian action through an analysis of public policies.

The CBERS Program is part of the Brazilian Space Policy and its permanence for so many years has made this Program reach a priority degree within the reduced budget for Brazilian space activities. Through the evaluation of the present state in which this program is located, this work aims to identify the main actors concerned, verify if the objective of the program is being achieved and if there are obstacles to this. Finally, it presents possible paths for public policies aimed at the space sector in Brazil. The 1999-2019-time design is based on the first and last CBERS satellite launch.

This analysis seeks to provide a general evaluation of this program, focusing on its implementation phase.

Based on the analysis of the data collected, we conclude that CBERS, despite achieving great prestige with the international scientific community, needs to gain greater security in the transfer of resources and better management of the time space between launches. Another finding of this work is that the CBERS Program has consolidated itself, but in a way that is out of step with the development of the Brazilian and Chinese space sector. China and Brazil have trodden several paths in the development of their national policies for the space sector.

The article is structured in two parts: methodology and diagnosis, this has a subitem, CBERS Program, which is divided into two parts, in which one addresses the Stakeholders Model and the other, the Objective Achievement Model. Finally, we present the final considerations with the results found in our evaluation of the CBERS Program.

## 2 METHODOLOGY

The evaluation of public policies has different approaches. In this work we rely on the definition of Vedung (1997), in which he advocates retrospectively (ex post) a careful evaluation of merit, efficiency and value of administration, impacts and results of government interventions, with the aim of exercising a practical function in the future (VEDUNG, 1997, p. 3). In the delimitation of what we understand by evaluation, we seek to present the evaluation model that we will use.

The use of models to understand social dynamics is a way to delineate the limits of an analysis, operating as a simplification so that some aspect of the world can be better understood (KING; KEOHANE; VERBA, 1994, p. 49).

Given the complexity that surrounds reality, the models are structured by methodological and theoretical choices that seek to give visibility to certain details of reality to the detriment of others. In this sense, the models of evaluation of public policies, as Vedung well noted, seek combinations, creating a tendency of pluralism. Such models do not provide final answers about a policy, but fragments, since the models provide partial perspectives. Thus, Vedung strongly encourages the combination of models when feasible. Seeking to meet this recommendation, this study used two evaluation models: goal-achievement and stakeholder (VEDUNG, 1997, p. 36, 37-49, 69-75; HANSEN; VEDUNG, 2010; VEDUNG, 2017, p. 46; 59-61; 86-90).

### 3 DIAGNOSIS

#### 3.1 CBERS Program

The CBERS Program was created on July 6, 1988 through a partnership agreement in the technical-scientific space sector that involved the Brazilian government, represented by INPE, and the Chinese government, represented by CAST. The purpose of the agreement was the development of two advanced remote sensing satellites of international level that carry on board imaging cameras, as well as a repeater for the Brazilian Environmental Data Collection System (INPE, 2018).

The costs of the technology used to develop remote sensing satellites are very high, in this sense the program proves to be very important as it represents an attempt to reverse the dependence of the images provided by equipment from a select number of countries (INPE, 2018). Thus, a system of responsibilities was created divided between CAST, responsible for 70%, and INPE, responsible for 30% of the total costs.

And among the main items of the agreement stand out: joint development, based on equivalence and mutual benefits; the use by both parties, when the satellite is flying over each territory, and the use of the satellite by a third country or the sending of images can only occur with the approval of China and Brazil; the project committee, composed of both parties as the highest authority and with the responsibility to organize and implement the project; the final fulfillment of the project when the CBERS is tested, qualified in orbit and available for use; not permission to stop in the implementation, if some of the parties abandon the project, in which the other party will have to be indemnified for all losses; amendment to the project by approval of the Committee; and the

technical note attached to the agreement and with the same legal effects after the signature of both (FURTADO et al. 2000, p. 252).

The CBERS-1 and 2, launched in 1999 and 2003, respectively, are identical in their technical constitution, mission in space and in their payloads. The equipment was scaled to meet the needs of the countries and to allow entry into the restricted market of satellite images, dominated by developed nations (INPE, 2018).

In 2002, an agreement was signed for the continuation of the program with the construction of CBERS-3 and 4. Since then, a new division of resource investments has been established – 50% for each country. As the launch of CBERS-3 was only possible after CBERS-2 stopped to work, resulting in losses to both parties of the contract and to the numerous satellite users in 2004, it was decided to build the CBERS-2B and launch it in 2007 (INPE, 2018).

The CBERS-3 and 4 satellites represent an evolution in relation to the previous satellites, because in them four cameras (Panchromatic and Multispectral Camera – PAN, Regular Multispectral Camera - MUX, Multispectral and Thermal Imager - IRS, and Wide Field Camera - WIFI) were used with enhanced geometric and radiometric performances (INPE, 2018). The move to four cameras meant an advance, as it increased the quality of the images generated by CBERS satellites.

CBERS 3 was launched in 2013, but due to a failure that occurred with the Long March 4B launcher vehicle, the satellite was not placed in the intended orbit, which resulted in its re-entry into the Earth's atmosphere. Following this failure, the launch of CBERS-4 – originally scheduled for December 2015 – was brought forward to December 2014 (INPE, 2018).

The main characteristics of CBERS-1 and 2, CBERS 2B and CBERS-3 and 4 can be observed in this table.

**Table 1** - Features of CBERS 1, 2, 2B, 3 and 4.

<b>Características</b>	<b>CBERS-1 e 2</b>	<b>CBERS 2B</b>	<b>CBERS-3 e 4</b>
Massa total	1450 kg	1450 kg	2000 kg (máx.)
Potência gerada	1100 W	1100 W	1500 W (mín.)
Dimensões do corpo	1,8 X 2 X 2,2 m	1,8 X 2 X 2,2 m	1,8 X 2 X 2,5 m
Dimensões do painel	6,3 X 2,6 m	6,3 X 2,6 m	6,3 X 2,6 m
Altitude da órbita heliossíncrona	778 km	778 km	778 km
Propulsão	hidrazina	hidrazina	hidrazina
Tempo de vida (confiabilidade de 0,6)	2 anos	2 anos	3 anos
Estabilização	3 eixos	3 eixos	3 eixos
TT&C bandas	UHF, VHF e S	UHF, VHF e S	S

Source: INPE, 2018.

In order to avoid or minimize the interruption in the provision of images to users of CBERS images, since the projected service life for CBERS-4 is 3 years, Brazil and China signed, in 2015, a protocol for the development and launch of a new satellite, the CBERS-4A (INPE, 2018).

The CBERS-4A was designed based on the availability of equipment and models of reserve flight, manufactured for the CBERS-3 and 4, which, through the successful integration and launch of the CBERS-4, did not need to be used. However, for the development of the CBERS-4A it was still necessary to manufacture certain equipment and subsystems (INPE, 2018).

According to Antônio Carlos Pereira, coordinator of CBERS, although CBERS-4A uses remaining parts of CBERS 3 and CBERS 4, from the systemic point of view it is an entirely new and much more complex satellite (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018a). In addition, while the other satellites had a projected service life of three years, the latter has a projected service life of five years (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018a).

The launch of CBERS-4A, the sixth of the CBERS family, was initially scheduled to take place by the end of 2018. However, Brazil and China decided to readjust the CBERS-4A chronogram. To suit circumstances of the project, the launch was

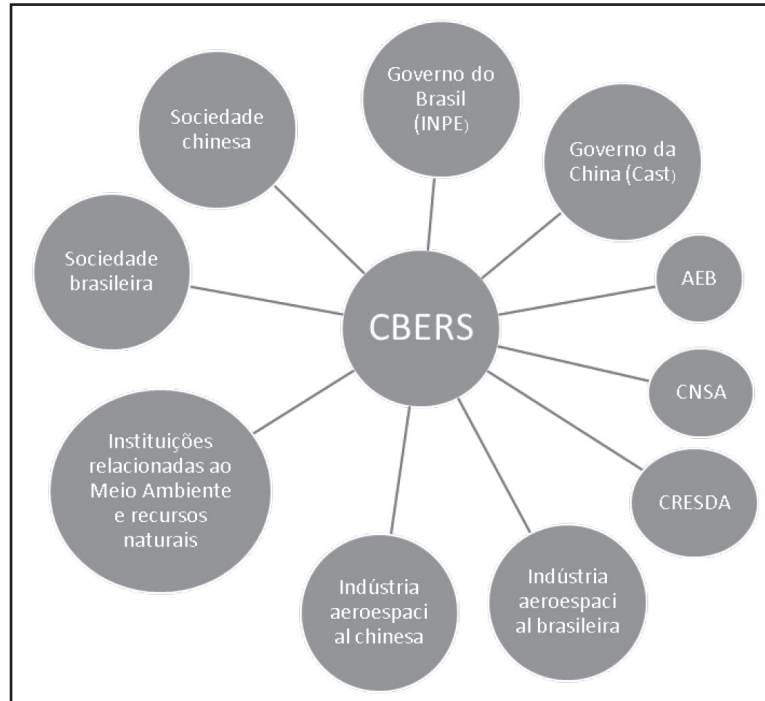
rescheduled for the first half of 2019. After all satellite testing was completed, the CBERS-4A satellite was launched on 20 December, 2019 (INPE, 2019). It is worth noting that, although the projected service life for the CBERS-4 was 3 years, in December 2019 it was still in operation (AEB, 2020).

### 3.1.1 Stakeholders’ model applied to CBERS Program

The model of Stakeholders (or evaluation of interested actors) model helps to verify which actors are interested in the public policy being implemented.

The responsibility for the development of the CBERS Program is shared between INPE and CAST. The Brazilian Space Agency (AEB), responsible for “the implementation, coordination and supervision of projects and activities related to satellites and their applications”, contributes to the training of the Brazilian industry and the promotion of the autonomy of the space sector (AEB, 2012). The China National Space Administration (CNSA) is China’s state space agency. It is responsible for the Chinese space program, so the planning and development of the space activities is its responsibility. The China Center for Resource Satellite Data and Applications

**Figure 1 - Stakeholders model applied to the CBERS Program.**



Source: The authors.

<sup>1</sup> It is worth noting that “only in November 2016, the presidential sanction was obtained to the Complementary Protocol for the joint development of this satellite” (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2017, p. 3).

<sup>2</sup> During the 13th meeting of the Joint Committee of the CBERS Program, which took place in 2017, “Brazil and China, in view of the current circumstances of the project, decided to reschedule the launch of the satellite for the first half of 2019” (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2018, p. 34).



(CRESDA) works in the solo imaging segment and China Satellite Launch and Tracking General (CLTC), in the solo control segment. The Brazilian and Chinese aerospace industry are also inserted in this layer. They are responsible for the manufacture of the components that are part of CBERS satellites, and a sector that generates a series of direct and indirect economic impacts for society<sup>3</sup>.

Currently, in Brazil almost all institutions related to the environment and natural resources (EMBRAPA, ANP, IBGE, ANA, CENSIPAM, CCISE – MD, ANATEL, etc.) are users of satellite images of the CBERS family (BRAZILIAN SPACE AGENCY, 2019, p. 46). The images are used in the control of deforestation and burning in the Legal Amazon, in the monitoring of water resources, agricultural areas, urban growth, land occupation, education and in numerous other applications (INPE, 2018; BRAZILIAN SPACE AGENCY, 2019, p. 46).

It is essential for large national strategic projects, such as the Satellite Legal Amazon Deforestation Monitoring Project (PRODES), the Real-Time Legal Amazon Deforestation Detection System (DETER), and the Satellite Imaging Sugarcane Monitoring System (CANASAT) (INPE, 2018). Brazilian and Chinese society win as a whole, because the country no longer depends on the images provided by equipment from a small number of countries.

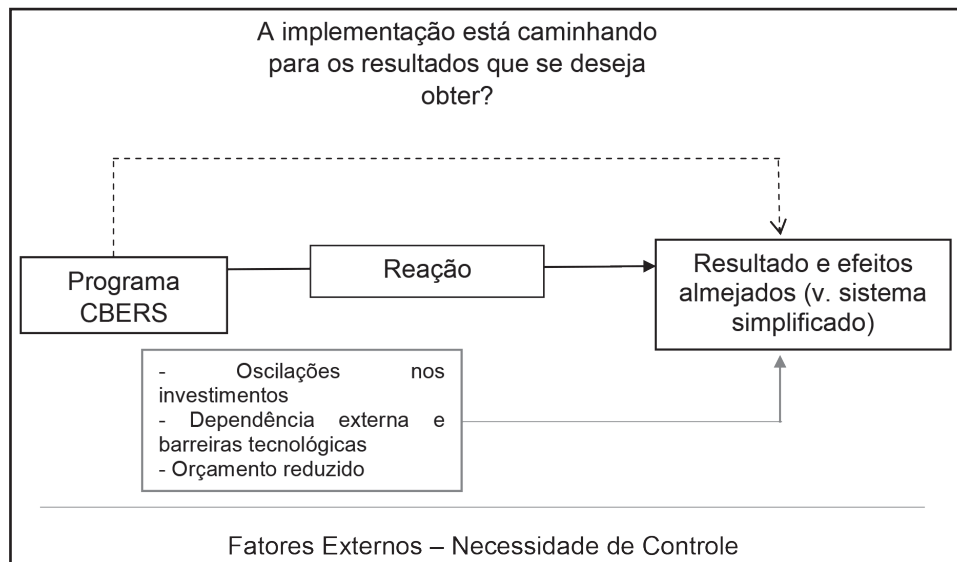
### 3.1.2 Goal Achievement Model

The objectives achievement model seeks to measure the achievement of the objective and perform the impact assessment of the intervention (VEDUNG, 2013, p. 388). To do this, the objectives are identified to determine the extent to which they are being accomplished, and subsequently, the degree to which the intervention contributed or impaired it to the achievement of the program's goals is verified (VEDUNG, 2013, p. 388).

The objectives of the CBERS Program, according to the 1988 agreement, are to “use advanced remote sensing techniques to inventory, develop, manage and monitor Chinese and Brazilians in agriculture, forestry, geology, hydrology, geography, cartography, meteorology and the environment” and also “promote the development and application of remote sensing technology in China and Brazil” (MONSERRAT FILHO, 1997, p. 160). Through a literature review it was possible to observe the obstacles present in the implementation of the CBERS program. Classified in the model referred to as external factors to be controlled, we highlight, as shown in Figure 2, in: 1) fluctuations in the application of investments foreseen in the CBERS; 2) external dependence and technological barriers, and 3) reduced budget.

With regard to fluctuations in the application of investments foreseen in CBERS, since the beginning of the program, Brazil has had difficulties in delivering its share on time, which caused delays in the processes.

**Figure 2 - CBERS Program Objectives Achievement Model.**



**Fonte:** Author's creation with Vedung's adaptation, Vedung, 1997, and Oliveira, G., 2016, p. 179.

<sup>3</sup> On the economic impacts of the CBERS Program, see COSTA FILHO, 2006.

Roberto Abdenur, Brazil's ambassador to China between 1989 and 1993, recalls that soon after the agreement came into force, the change of government took place, period in which the program's investments froze (SILVA, 2014, p.77). In this sense Abdenur stated that:

On two or three occasions the Chinese were annoyed by the delays and threatened to do everything on their own and take Brazil out of the program (...) so I had to hold the agreement almost by a thread, as they say, arguing that they should have patience with Brazil, because the project would be the fundamental pillar of an important strategic partnership between the two countries (SILVA, 2014, p. 77).

Abdenur's commitment to maintaining the rapprochement between the two countries has undergone a series of tests, mainly due to the difficulty of the Brazilian part ensuring the transfers of resources to the project. In this sense, the budget variation in the Brazilian Space Policy directly compromised the transfers to the CBERS Program. The Fernando Collor government (1990-1992) was critical to the space program, which lost relevance as a strategic program. During this period there were delays in programs such as CBERS and VLS-1 (ROLLEMBERG, 2010, p. 40).

The difficulties of maintenance and regularity of the budget for space scientific and technological development projects are a constant within the Brazilian Space Program. On this aspect, Carvalho (2011) makes the following statement:

Periods of resource shortage swell into successive schedule delays with consequent infrastructure obsolescence, technological delay dissolving international partnerships and dispersion or loss of personnel. Among the main victims of this situation is the national industrial sector, formed by small and medium-sized enterprises unable to withstand delays in contractual payments or the lack of contracts for a long time (CARVALHO, 2011, p. 24).

Regarding external dependence and technological barriers, this obstacle occurs due to the fact that the most sophisticated electronic components in the program are mostly imported. According to the then president of AEB, José Raimundo Braga Coelho, Brazil still does not manufacture certain electronic components with space qualification, so it needs to import, and there are certain unique satellite technologies that are not worth developing in the country, since they are very

expensive and the demand is very low (SILVA, 2014, p. 76). In addition to this issue, there are other obstacles and limitations, in which the resistance of the U.S. State Department to release the sale of components is worth mentioning, since all of them are submitted to the International Traffic in Arms Regulations (ITAR), which considers any orbital platform as armament (SILVA, 2014, p. 76).

Technological constraints are an important barrier in the development of space programs in developing countries. The cooperation between Brazil and China did not attract the attention of the United States in its early years, mainly because the first satellites lacked sophistication (ROLLEMBERG, 2010, p. 55). However,

with the announcement, in November 2002, of the agreement to produce the CBERS-3 and 4, with divided costs and objective of improving the payload for imaging with resolution of 5 m, the project began to suffer restrictions, with the prohibition of sale of components, which generated delay in the development of CBERS-3. Sixteen years after the creation of the AEB, the rise of civil coordination on the program and the signing of treaties restricting the acquisition of sensitive technologies did not prevent the trade embargo. (ROLLEMBERG, 2010, p. 55).

In addition, according to the 2009 report,

The delay, in part, is caused by the difficulty in acquiring space-qualified components, due to the control of commercialization of sensitive technologies by the U.S. The difficulty of access to components has entailed changes in the projects of these subsystems, increased costs and postponed the launch. (INPE, 2009, p. 12).

The barriers in the acquisition of components of dual-use equipment is a constant in the process of developing strategic sectors. The so-called technological cutting back "has been used by developed countries to maintain strategic advantages, not only military, but also commercial, achieved thanks to the valuable knowledge they hold through their companies" (LONGO; MOREIRA, 2009, p. 75).

The difficulty of acquiring components slows development, because "to get around the problem, the country tries to nationalize some systems, with still modest success" (ROLLEMBERG, 2010, p. 55). Still on this aspect, Longo and Moreira point out

<sup>4</sup> For Pedone (2009, p. 2), the purpose of ITAR, a unilateral instrument for technological cutting back in the USA, is to control the export of sensitive goods included in the US Munitions List, such as avionics, sensor technology, laser, satellites, computer chips, optical material, among others. Its ultimate goal is to safeguard national security and achieve the objectives of U.S. foreign policy (PEDONE, 2009, p. 2). The interpretation and implementation of ITAR takes place through the State Department.

that countries such as Russia, China and India have developed strategic sectors connected to security and defense. Such countries dominate nuclear technology for defense and long-range missile purposes. In this sense, it is interesting to note that “now they are aligned with those cut back, now they are the ones cutting back, being treated differently, depending on conjuncture factors” (LONGO; MOREIRA, p. 80). The dynamics of technological cutting back contributes to explain the way Brazil faces barriers in the acquisition of components. China, while possessing technology considered sensitive, is unwilling to transfer technology. Thus,

The international cooperation in the space area is particularly differentiated from the others, because at the same time that most projects are developed under international cooperation, due to the high costs and scarcity of technology, there is no interest on the part of the countries that have this technology in passing it on to other nations. Therefore, the agreements signed between countries in the space area do not mean a guarantee of the transfer of this technology. (BRITO, 2011, p.35; apud COSTA FILHO, 2006).

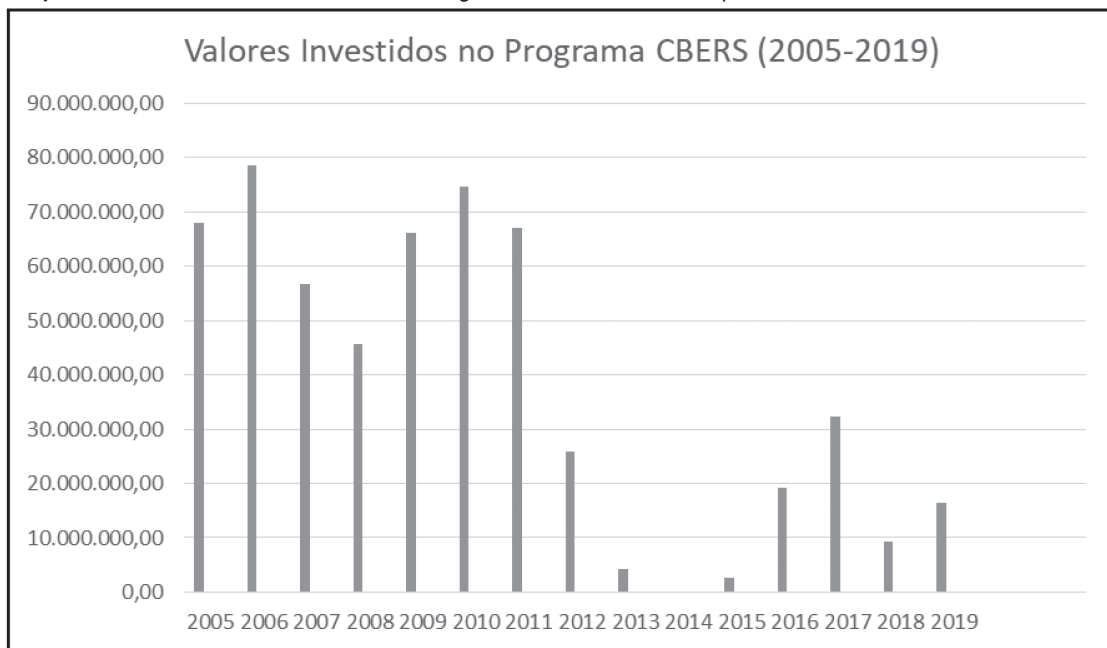
Finally, to demonstrate the reduced budget, we use Graph 1 that brings the investment data in the CBERS Program over the period 2005 - 2019. Through it, in addition to being able to verify that there has been a decrease in the program budget, it is possible to realize

that there is a considerable fluctuation in resources between 2005 – 2011, and 2012 to 2019. About this, it is important to point out that, between the years 2005 and 2013, it appears in the management reports of INPE that the budget destined to the CBERS covered the concomitant investment in equipment for CBERS 3 and 4.

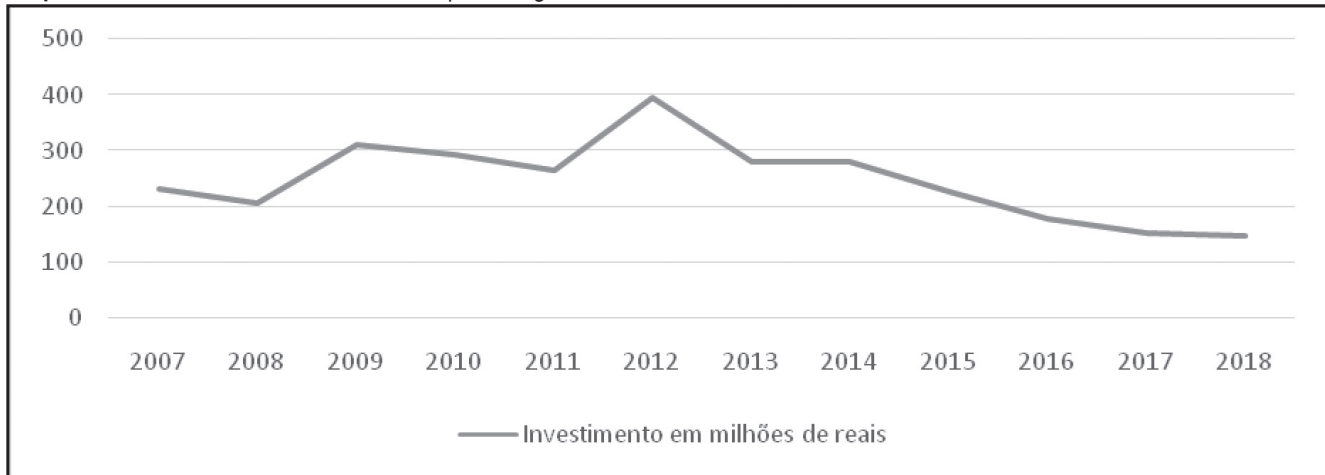
Subsequently, the reports only account for the CBERS-4A. It is also noteworthy that, since the 2015 report, the lack of resources due to contingencies becomes more present. In this sense, it is interesting to note that the documentation points out that the main reasons for the successive delays until 2014 are mainly related to the difficulty of the national industry to meet the specifications of the components of CBERS satellites and the difficulty in obtaining parts without import restrictions by the USA (INPE, 2009, p. 12).

Graph 2 shows national investment over the period 2007 - 2018 in the Brazilian Space Program. This investment refers to the values used in the development of “launchers, launch bases, satellites and their reception and control systems, and data application” (AEB, 2018). It is possible to notice that the amount employed has been decreasing over the last few years. Budget constraints on science and technology projects generate great damage to scientific and technological development.

**Graph 1** - Annual investment in the CBERS Program CBERS, in millions of por reais.



**Source:** Creation of the authors based on data obtained by the Integrated Planning and Budget System of the Government (SIOP) and MANAGEMENT REPORTS of INPE.

**Graph 2** - Annual investment in the Brazilian Space Program.

Source: Integrated Government Planning and Budget System (Siop) apud Brazilian Space Agency, 2020.

As a consequence of the external factors to be controlled, there was an increase in the time interval between satellite launches. Although the satellite launch forecast is every two years, successive delays due to technical problems, embargoes on imports of U.S. converters, products with defects or delays in the transfer of resources have hampered the sequence of satellites being put into orbit (SILVA, 2014, p. 99).

Successive delays involving budget problems have brought a number of negative impacts to the CBERS program chronogram. In this sense, Carvalho (2011, p. 24) explains how budget fluctuation has negative impacts on the Brazilian Space Policy:

The negative impact of this budget variation over time on the program stems from the very nature of space products and services. Indeed, the construction of satellites, rockets and terrestrial infrastructure presents complexity and technological risks, high cost and long development cycles, usually four and eight years. Thus, the management of projects and space activities becomes hostage to the long-term uncertainty of the financial support necessary for the execution of the tasks and contracts involved, which ends up generating constant continuity solutions and exhausting and continuous replanning actions.

With regard to the considerations made in this quotation, it is possible to extend them to the CBERS Program. According to the evaluation made in this article, the CBERS Program suffered from continuous replanning of its execution schedule. From the first years to the last launch in December 2019, one of the main variables that favored successive delays is the floating budget of the Brazilian space sector. However, as has already been

pointed out this is not the only variable in course, it is also important to highlight the adverse effects of technological cutting back for developing countries. The increase in intervals and successive replanning are also related and the difficulty of obtaining dual-use components that are often not sold by States that have these technologies. This means that the country that is cut back has to develop the component, which requires time, resources and capacitation. This is a complex process of interaction between dependence, interdependence and autonomy.

The budget issue is highlighted by Ricardo Galvão, former director of INPE: “Brazil is not as well as it could be, mainly because the lack of resources culminates in the problem of lack of human resources in INPE” (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018c). The investment in the Brazilian space program has been very small, especially when compared to the budgets of other space programs, for example, the one in India. In this sense, Galvão draws attention to the importance of partnership with other countries, as this allows knowledge that was not acquired in the partnership with China to be acquired (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018c).

The first Argentine satellite, for example, was tested in INPE. Argentina has achieved an excellent level of development of its program. That is because although the Argentine economy was not at its best, they maintained resource and ideology of continuous development ideology that gave priority to the program because of its importance to society. The Brazilian government’s lack of satellite demand has hurt the Brazilian space industry. This is a point that deserves attention, that lack of demand



and regularity of investment in the space sector is one of the major obstacles to the consolidation of a strong aerospace industry (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018c).

Amauri Montes, former engineering general coordinator at INPE, highlights the problem in relation to human resources (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018b). According to Montes, we are losing a lot of human resources due to retirement and the fact that there is no investment in the sector<sup>5</sup>; there is no reproduction of these human resources and this causes the loss of learning (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018b).

New paths, however, are being opened for the space sector and the global trend is to evolve into smaller satellites. INPE works towards a platform to develop 200-kilo satellites, which could be developed with greater continuity of orders. Although it does not promote a great demand, it enables a continuous demand that allows to keep qualified personnel that has been lost. Through the reformulation of the Brazilian space program and its governance it is possible to consolidate a space program that has great participation of the national industry and maintains employees and knowledge that were acquired (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018c).

#### 4 FINAL CONSIDERATIONS

The present work sought to analyze the CBERS Program through the methodology of evaluation of public policies. In this sense, the collection of documentary data provided the necessary data for the application of the evaluation models: stakeholder and goal-achievement. The application of these models contributed to the identification of the main actors concerned and to the verification of the objectives and obstacles of the program.

The results of the analysis presented show that CBERS is a program of economic interest, for its contribution to the monitoring of agriculture and strengthening of the aerospace industry, and

social, for its characteristics of monitoring the environment. The partnership with China facilitates the division of costs and favored prestige before the Brazilian government for the entry of resources. In this sense, Brazil and China, throughout the history of CBERS and, mainly, in recent years seek to expand the interest group that has access to the images provided by CBERS. As already mentioned, since 2007, there has been a free availability of images generated by CBERS to African countries, which represents a joint effort of Brazil with China to strengthen the program and, at the same time, increase the number of countries that have access to these images (INPE, 2007).

The analysis of the data on achieving goals showed that, despite being a program that has managed to maintain itself, throughout its trajectory it has encountered, successively and repeatedly, a series of difficulties. Among them the one that stands out is the inability to meet the interval goal between one launch and another. Although CBERS is maintained as a priority within Brazilian space policy, it is still subject to budgetary constraints that contribute to delays in the manufacture of satellite components and equipment.

We conclude, directing to the need to collect more data on the CBERS program, such as aspects of satellite nationalization and the impacts on the Brazilian aerospace industry. The bilateral relationship between Brazil and China in the space sector consolidated the CBERS program as a provider of satellite images, but this did not mean that, throughout the program's history, Brazil was able to monitor its partner's space development.

Nevertheless, it is important to emphasize that both countries were able to improve techniques and knowledge in the sector. Considering that Brazil is no longer at a similar level of knowledge to China in this sector, it would be interesting for Brazil to strengthen cooperation agreements with countries that are still developing their space sector so that a more effective exchange of knowledge occurs in areas where autonomy is sought.

<sup>5</sup> As an example Montes cites the Opto company that lost about 30% of the employees who were invited to work abroad. That is, Brazil forms people to work out there (BRASIL COM CIÊNCIA, 2019).

## REFERENCES

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Relatório de Gestão de 2018. Brasília, 2019.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Relatório de Gestão de 2017. Brasília, 2018.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Relatório de Gestão de 2016. Brasília, 2017.

AEB. Satélites. 20.11.2012. Disponível em: <http://portal-antigo.aeb.gov.br/category/programa-espacial/descricao-satelites/>. Acesso em 31 jul. 2019.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Esclarecimentos da Agência Espacial Brasileira. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/09/Esclarecimentos-da-Ag%C3%AAncia-Espacial-Brasileira.pdf>. Acesso em 24 abri. 2020.

AEB. CBERS-4A e FloripaSat são lançados com sucesso. 17.01.2020. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/satelites-cbers-4a-e-floripasat-ja-estao-em-orbita/>. Acesso em 23 abri. 2020.

BRASIL COM CIÊNCIA a. 30 anos do satélite CBERS - Bloco 1/3. 19.10.2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ahtCZ5IBNTI>. Acesso em 19 nov. 2019.

BRASIL COM CIÊNCIA b. 30 anos do satélite CBERS - Bloco 2/3. 19.10.2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3PkyR9qlyml>. Acesso em 19 nov. 2019.

BRASIL COM CIÊNCIA c. 30 anos do satélite CBERS - Bloco 3/3. 19.10.2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oiVcBBQzHko>. Acesso em 19 nov. 2019.

BRITO, Lana Bauad. Da exclusão à participação internacional na área espacial: o programa de satélites sino-brasileiro como instrumento de poder e de desenvolvimento (1999-2009). 181 f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) – Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, 2011.

CARVALHO, Eduardo. Após perda de satélite, programa espacial mira próximos objetivos. 14.12.2013. G1. São Paulo. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2013/12/apos-perda-de-satelite-programa-espacial-mira-proximos-objetivos.html>. Acesso em 30 jul. 2019.

CARVALHO, Himilcon de Castro. Alternativas de financiamento e parcerias internacionais estratégicas no setor espacial. In: BRASIL. **Desafios do Programa Espacial Brasileiro**. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos, 2011.

COSTA FILHO, Edmilson de Jesus. A dinâmica da cooperação espacial sul-sul: o caso do programa CBERS (China – Brazil Earth Resources Satellite). Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP: [s.n], 2006.

FURTADO, André Tosi; COSTA FILHO, Edmilson de Jesus; CAMPOS, André Sica. A cooperação internacional no programa de satélites: o caso do CBERS. **Revista de Ciência e Tecnologia, Política e Gestão para a Periferia**. Recife, v.4, n.2, pp.248-262, 2000.

HANSEN, Morten Balle; VEDUNG, Evert. Theory-Based Stakeholder Evaluation. **American Journal of Evaluation**, v. 31, n. 3, p. 295-313, 2010.

INPE. CBERS. 05.02.2018. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/sobre/historia.php>. Acesso em 30 jul. 2019.

INPE. África terá acesso gratuito a imagens do CBERS. 30.11.2007. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=1276](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=1276). Acesso em 23 abr. 2020.

INPE. CBERS. 07.03.2019. Disponível em: [http://www.cbers.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5035](http://www.cbers.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5035). Acesso em 30 jul. 2019.

INPE. **Processos de contas anuais**. São José dos Campos, 2001-2017. Disponível em: < [http://www.inpe.br/gestao/relatorio\\_gestao.php](http://www.inpe.br/gestao/relatorio_gestao.php) >. Acesso em 25 jun. 2020.

KING Gary.; KEOHANE, Robert.; VERBA Sidney. **Designing Social Inquiry: scientific inference in qualitative research**. New Jersey: Princeton University Press, 1994.

LANE, Jan-Erik. Implementation, Accountability and Trust. **European Journal of Political Research**, v. 15, n. 5, p. 527-546, set/1987.

LEITE, Patrícia Soares. **O Brasil e a cooperação Sul-Sul em três momentos: os governos Jânio Quadros/ João Goulart, Ernesto Geisel e Luiz Inácio Lula da Silva**. Brasília: FUNAG, 2011.

LONGO, Waldimir Pirró e; MOREIRA, William de Sousa. Contornando o cerceamento tecnológico. In: SVARTMAN, E.M. (org.) **Defesa, segurança**

**internacional e forças armadas.** Campinas: Editora Mercado de Letras, 2010, p. 309-321.

MONSERRAT FILHO, José. Brazilian-Chinese space cooperation: an analysis. **Space Policy**, 13(2), p. 153-170, may/1997.

OECD. The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, Paris: OECD Publishing, 2019. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/602407b1-en/index.html?itemId=/content/component/602407b1-en&mimeType=text/html>. Acesso em 23 abr. 2020.

OLIVEIRA, Guilherme Tadeu Berriel da Silva. Uma Avaliação dos Processos de Transferência de Tecnologia do Prosub, Guarani e H-XBR. 314f. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos da Defesa e da Segurança) - Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos da Defesa e da Segurança, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niteroi, 2016.

PEDONE, Luiz. Defesa-Cerceamento Tecnológico: Mecanismos Unilaterais de Cerceamento Tecnológico e Comercial e Regimes que o Brasil não Aderiu, 2009.

REDLEMAN, James; FAULCONER, J. Walter. Improving international space cooperation: considerations for the USA. **Space Policy**, 26, p. 143-151, 2010.

ROLLEMBERG, Rodrigo; VELLOSO, Elizabeth Machado. **A política espacial brasileira.** Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2009. (Série cadernos de altos estudos, n.7)

SILVA, Paulo Henrique da. Brasil-China e a parceria estratégica em ciência e tecnologia: o Programa CBERS e as novas oportunidades de cooperação. 119f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) - Pós-Graduação em Relações Internacionais, Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2014.

VEDUNG, Evert. **Public Policy and Program Evaluation**, New Brunswick, New Jersey and London: Transaction Publishers, 1997.

VEDUNG, Evert; PEDONE, Luiz. **Avaliação de Políticas Públicas:** fundamentos, modelos e desafios. Rio de Janeiro: Editora Luzes, 2018.

VILLAS-BÔAS, Ana Lucia A. **PEB – Programa Espacial Brasileiro:** militares, cientistas e a questão da soberania nacional. Lisboa: Chiado Editora, 2016.

ZHAO, Yun. The 2002 space cooperation protocol between China and Brazil: an excellent example of south-south cooperation. **Space Policy**, 21, p.213-219, 2005.

# Retrocesos, avances y continuidad del Programa Satélite Sino-Brasileño de Recursos Terrestres (CBERS): un análisis de las políticas públicas (1999-2019)

*Setbacks, Advances and Continuity of the Sino-Brazilian Satellite Program of Terrestrial Studies (CBERS): an analysis of public policies (1999-2019)*

*Recuos, Avanços e Continuidade do Programa de Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS): uma análise de políticas públicas (1999-2019)*

Raquel dos Santos Missagia<sup>I</sup>  
 Victória Viana Souza Guimarães<sup>II</sup>

## RESUMEN

El artículo centrado en Brasil busca, a través de la evaluación del actual estado del Programa de Satélite Sino-Brasileño de Recursos Terrestres (CBERS), identificar los principales actores interesados, verificar si se está logrando el objetivo del programa y si existen obstáculos para ello. Finalmente, presenta posibles caminos para las políticas públicas dirigidas al sector espacial en Brasil. El período 1999-2019 se basa en el primer y último lanzamiento de satélite del Programa CBERS. Del análisis de los datos recogidos se constató que el programa, a pesar de alcanzar un gran prestigio ante la comunidad científica internacional, aún tiene una serie de obstáculos que, aun con tantos años de existencia, aún no han sido resueltos. Entre los principales problemas diagnosticados, destacamos la gestión ineficaz del intervalo de tiempo entre lanzamientos, con retrasos recurrentes, la dificultad de mantener la regularidad en la transferencia del presupuesto asignado al programa, en términos de valor y periodicidad.

**Palabras clave:** CBERS. Brasil. China. Políticas Públicas.

## ABSTRACT

*The article focusing on Brazil seeks, through the evaluation of the current state of the Sino-Brazilian Satellite Program of Terrestrial Resources (CBERS), to identify the main actors concerned, to verify if the*

*objective of the program is being achieved and if there are obstacles to this. Finally, it presents possible paths to public policies aimed at the space sector in Brazil. The 1999 – 2019 time design is based on the first and last satellite launch of the CBERS Program. From the analysis of the data collected it was verified that the program, despite achieving great prestige with the international scientific community, still has a series of obstacles that, even with so many years of existence, have not yet been resolved. Among the main issues diagnosed we highlight the ineffective management of time interval between launches, with recurrent delays, the difficulty of maintaining regularity in the transfer of the budget for the program, in terms of value and periodicity.*

**Keywords:** CBERS. Brazil. China. Public Policies.

## RESUMO

*O artigo com enfoque no Brasil busca, por meio da avaliação do atual estado do Programa de Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS), identificar os principais atores interessados, verificar se o objetivo do programa está sendo alcançado e se há obstáculos para isso. Por fim, apresenta possíveis caminhos para as políticas públicas voltadas ao setor espacial no Brasil. O delineamento temporal de 1999-2019 baseia-se no primeiro e último lançamento de satélite do Programa CBERS. A partir da análise dos dados levantados foi verificado que o programa apesar de alcançar grande*

I. Universidad Federal Fluminense (UFF) – Niterói/RJ – Brasil. Estudiante de doctorado en Estudios Estratégicos de la Defensa y Seguridad por la UFF. Email: raqueldos@id.uff.br

II. Universidad Federal Fluminense (UFF) – Niterói/RJ – Brasil. Estudiante de maestría en Estudios Estratégicos de la Defensa y Seguridad por la UFF. Email: victoriaguimaraes@id.uff.br

Recibido: 24/04/20

Aceptado: 19/06/20

Las siglas y abreviaturas contenidas en el artículo corresponden a las del texto original en lengua portuguesa.



*prestígio junto à comunidade científica internacional, ainda possui uma série de óbices que, mesmo com tantos anos de existência, ainda não foram resolvidos. Entre as principais questões diagnosticadas ressaltamos a gestão ineficaz de intervalo de tempo entre os lançamentos, com recorrentes atrasos, a dificuldade de manter regularidade no repasse do orçamento destinado ao programa, em termos de valor e periodicidade.*

**Palavras chave:** CBERS. Brasil. China. Políticas públicas.

## 1 INTRODUCCIÓN

La cooperación entre Brasil y China en el sector espacial tiene en el Programa *China-Brazil Earth Resources Satellite* (CBERS - Satélite Sino-Brasileño de Recursos Terrestres) su mayor exponente. Iniciada en 1988, la cooperación entre el Instituto Nacional de Investigación Espacial (INPE) y la Academia China de Tecnología Espacial (CAST) forma parte de una serie de acuerdos bilaterales que el gobierno chino tiene con otros países en este mismo sector.

Uno de los principales diferenciales de esta cooperación fue la capacidad de estos dos países para fabricar y lanzar un satélite conjuntamente, lo que demuestra la posibilidad de éxito en la cooperación entre los países en desarrollo en áreas avanzadas de conocimiento. Sobre este punto Monserrat Filho (1997, p. 154) destaca que es la primera vez que dos países en desarrollo firman un acuerdo de cooperación en un sector de alta tecnología.

Brasil y China, a través del Programa CBERS, refuerzan su asociación estratégica y, simultáneamente, mediante el suministro gratuito de las imágenes de los satélites CBERS, traen impactos a otros países en desarrollo, como es el caso de algunos países africanos desde 2007 (INPE, 2007). Este artículo se centra en cuestiones relacionadas con Brasil y la perspectiva metodológica adoptada es el análisis de las políticas públicas. El objetivo es presentar el desempeño brasileño a través de un análisis de las políticas públicas.

El Programa CBERS es parte de la Política Espacial Brasileña y su permanencia a lo largo de tantos años ha hecho de este Programa una prioridad dentro del reducido presupuesto asignado a las actividades espaciales brasileñas. Mediante la evaluación del estado actual de este programa, esta labor tiene por objeto identificar a los principales interesados, verificar si se está logrando el objetivo del programa y si existen obstáculos para ello. Por último, presenta posibles formas de avanzar en las políticas públicas dirigidas al sector espacial en Brasil. El marco temporal 1999-2019 se basa en el primer y último lanzamiento de satélite CBERS.

Este análisis pretende proporcionar una evaluación general de este programa, centrándose en su fase de ejecución.

Basándonos en el análisis de los datos recogidos, concluimos que el CBERS, a pesar de haber alcanzado un gran prestigio en la comunidad científica internacional, necesita ganar una mayor seguridad en la transferencia de recursos y una mejor gestión del tiempo entre los lanzamientos. Otro hallazgo de este trabajo es que el Programa CBERS se ha consolidado, pero en desacuerdo con el desarrollo del sector espacial brasileño y chino. China y Brasil han seguido caminos diferentes en la elaboración de sus políticas nacionales para el sector espacial.

El artículo está estructurado en dos partes: metodología y diagnóstico, este tiene un subítem, Programa CBERS, que se divide en dos partes, en las que una aborda el Modelo *Stakeholders* y la otra, el Modelo de Consecución de Objetivos. Finalmente, presentamos las consideraciones finales con los resultados encontrados en nuestra evaluación del Programa CBERS.

## 2 METODOLOGÍA

La evaluación de las políticas públicas tiene diferentes enfoques. En este trabajo nos basamos en la definición de Vedung (1997), en el que aboga por que se lleve a cabo de forma retrospectiva (*ex post*) una evaluación cuidadosa del mérito, la eficiencia y el valor de la administración, los impactos y los resultados de las intervenciones gubernamentales, con el fin de ejercer una función práctica en el futuro (VEDUNG, 1997, p. 3). Al delimitar lo que entendemos por evaluación, tratamos de presentar el modelo de evaluación que utilizaremos.

El uso de modelos para comprender la dinámica social es una forma de delinear los límites de un análisis, operando como una simplificación para que algún aspecto del mundo pueda ser mejor comprendido (KING; KEOHANE; VERBA, 1994, p. 49).

Frente a la complejidad que rodea a la realidad, los modelos se estructuran mediante opciones metodológicas y teóricas que tratan de dar visibilidad a ciertos detalles de la realidad a expensas de otros. En este sentido, los modelos de evaluación de las políticas públicas, como bien señaló Vedung, buscan combinaciones, creando una tendencia de pluralismo. Esos modelos no proporcionan respuestas definitivas sobre una política, sino fragmentos, ya que los modelos proporcionan perspectivas parciales. Por lo tanto, Vedung alienta firmemente la combinación de modelos cuando sea factible. Para tratar de atender esta recomendación, en el presente documento se utilizaron dos modelos de evaluación: *goal-achievement* y *stakeholder* (VEDUNG, 1997, p. 36, 37-49, 69-75; HANSEN; VEDUNG, 2010; VEDUNG, 2017, p. 46; 59-61; 86-90).

### 3 DIAGNÓSTICO

#### 3.1 Programa CBERS

El Programa CBERS fue creado el 6 de julio de 1988 a través de un acuerdo de asociación en el sector técnico-científico espacial que involucra al gobierno brasileño, representado por el INPE, y al gobierno chino, representado por CAST. La finalidad del acuerdo era el desarrollo de dos satélites avanzados de teledetección de nivel internacional que llevarían a bordo cámaras de imágenes, así como un repetidor para el Sistema Brasileño de Recolección de Datos Ambientales (INPE, 2018).

Los costos de la tecnología utilizada para desarrollar los satélites de teledetección son muy elevados, en este sentido el programa es muy importante ya que representa un intento de invertir la dependencia de las imágenes proporcionadas por el equipo de un número selecto de países (INPE, 2018). Así, se creó un sistema de responsabilidades divididas entre la CAST, responsable del 70%, y el INPE, responsable del 30% de los costos totales.

Y entre los principales elementos del acuerdo se encuentran: el desarrollo conjunto, basado en la equivalencia y los beneficios mutuos; la utilización por ambas partes, cuando el satélite sobrevuele cada territorio, y la utilización del satélite por un tercer país o el envío de imágenes solo puede tener lugar con la aprobación de China y Brasil; el comité de proyecto, compuesto por ambas partes como máxima autoridad y con la responsabilidad de organizar y ejecutar el proyecto; cumplimiento final del proyecto cuando el CBERS sea probado, calificado en órbita y esté disponible para su uso; no se permite detener la ejecución en caso de que algunas de las partes abandonen el proyecto, en el que la otra parte tendrá que ser compensada por todas las pérdidas; enmienda del proyecto mediante la aprobación

del Comité; y la nota técnica adjuntada al acuerdo y con los mismos efectos legales después de la firma de ambas partes (FURTADO et al. 2000, p. 252).

Los CBERS-1 y 2, lanzados en 1999 y 2003, respectivamente, son idénticos en su constitución técnica, misión en el espacio y en sus cargas útiles. El equipo fue dimensionado para satisfacer las necesidades de los países y para permitir la entrada en el mercado restringido de imágenes satelitales, dominado por las naciones desarrolladas (INPE, 2018).

En 2002 se firmó un acuerdo para la continuación del programa con la construcción de los CBERS-3 y 4. A partir de entonces, se estableció una nueva división de las inversiones de los recursos - el 50% para cada país. Como el lanzamiento del CBERS-3 solo fue posible después de que el CBERS-2 dejara de funcionar, lo que ocasionó pérdidas a ambas partes del contrato y a los numerosos usuarios del satélite, en 2004 se decidió construir el CBERS-2B y lanzarlo en 2007 (INPE, 2018).

Los satélites CBERS-3 y 4 representan una evolución en relación con los satélites anteriores, ya que se utilizaron cuatro cámaras en el módulo de carga útil (Cámara Pancromática y Multiespectral – PAN, Cámara Multiespectral Regular – MUX, Imageador Multiespectral y Termal – IRS, y Cámara de Campo Largo – WIFI) con rendimientos geométricos y radiométricos mejorados (INPE, 2018). El cambio a cuatro cámaras significó un gran avance, ya que aumentó la calidad de las imágenes generadas por los satélites CBERS.

El CBERS 3 fue lanzado en 2013, pero debido a un fallo en el vehículo de lanzamiento Larga Marcha 4B, el satélite no fue colocado en su órbita prevista, lo que provocó su reentrada en la atmósfera terrestre. Después de este fracaso, el lanzamiento del CBERS-4, originalmente programado para diciembre de 2015, se adelantó a diciembre de 2014 (INPE, 2018).

Las principales características del CBERS- 1 y 2, CBERS 2B y CBERS-3 y 4 se pueden ver en esta tabla.

**Cuadro 1** - Características del CBERS 1, 2, 2B, 3 y 4.

<b>Características</b>	<b>CBERS-1 y 2</b>	<b>CBERS 2B</b>	<b>CBERS-3 y 4</b>
Masa total	1450 kg	1450 kg	2000 kg (máx.)
Potencia generada	1100 W	1100 W	1500 W (mín.)
Dimensiones del cuerpo	1,8 X 2 X 2,2 m	1,8 X 2 X 2,2 m	1,8 X 2 X 2,5 m
Dimensiones del panel	6,3 X 2,6 m	6,3 X 2,6 m	6,3 X 2,6 m
Altitud de la órbita heliosíncrona	778 km	778 km	778 km
Propulsión	hidrazina	hidrazina	hidrazina
Tiempo de vida (confiabilidad de 0,6)	2 años	2 años	3 años
Estabilización	3 ejes	3 ejes	3 ejes
TT&C bandas	UHF, VHF y S	UHF, VHF y S	S

Fuente: INPE, 2018.

A fin de evitar o reducir al mínimo la interrupción del suministro de imágenes a los usuarios de las imágenes del CBERS, dado que la vida útil proyectada para el CBERS-4 es de 3 años, Brasil y China firmaron en 2015 un protocolo para el desarrollo y el lanzamiento de un nuevo satélite, el CBERS-4A (INPE, 2018).

El CBERS-4A se idealizó a partir de la disponibilidad de equipo y modelos de vuelo reserva, fabricados para los CBERS-3 y 4, que, gracias a la exitosa integración y lanzamiento del CBERS-4, no necesitaron ser utilizados. Sin embargo, el desarrollo del CBERS-4A aún requería la fabricación de ciertos equipos y subsistemas (INPE, 2018).

De acuerdo con Antônio Carlos Pereira, coordinador de CBERS, aunque el CBERS-4A utilice las partes restantes de CBERS 3 y de CBERS 4, de punto de vista sistémico es un satélite completamente nuevo y mucho más complejo (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018a). Además, mientras que los otros satélites tenían una vida proyectada de tres años, este último tiene una vida proyectada de cinco años (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018a).

El lanzamiento del CBERS-4A, el sexto de la familia CBERS, estaba previsto, inicialmente, para ocurrir hasta el final del año de 2018. Sin embargo, Brasil y China decidieron reajustar el cronograma del CBERS-

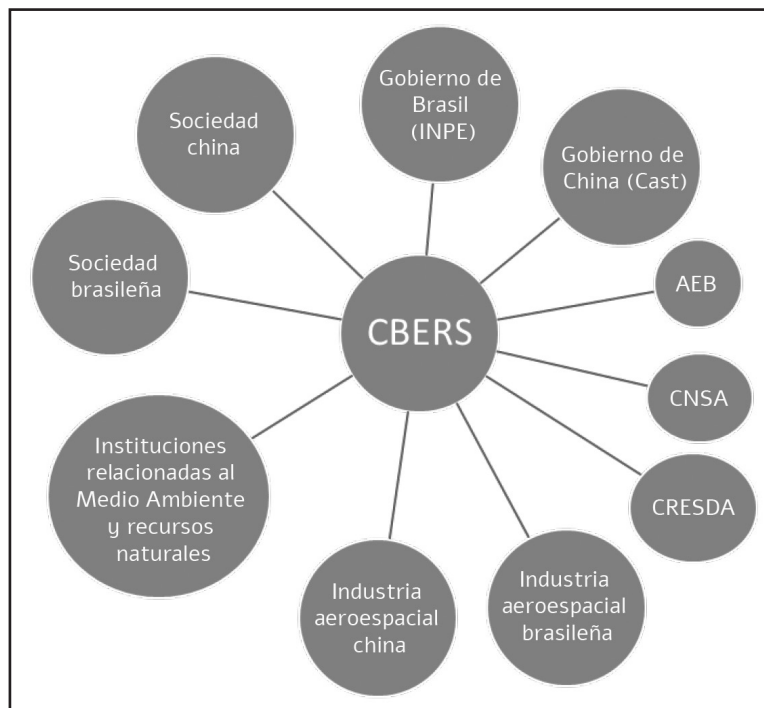
4A. Para adaptarse a las circunstancias del proyecto, el lanzamiento fue reprogramado para el primer semestre de 2019. Después de que todas las pruebas del satélite hayan sido completadas, el satélite CBERS-4A fue lanzado el 20 de diciembre de 2019 (INPE, 2019). Cabe señalar que, aunque la vida útil prevista para el CBERS-4 era de 3 años, en diciembre de 2019 seguía en funcionamiento (AEB, 2020).

### 3.1.1 Modelo de Stakeholders aplicado al Programa CBERS

El modelo de Stakeholders (o de evaluación de los actores interesados) ayuda a verificar qué actores están interesados en la política pública que se está aplicando.

La responsabilidad del desarrollo del Programa CBERS se comparte entre el INPE e y la “para la ejecución, coordinación y supervisión de proyectos y actividades relacionados con los satélites y sus aplicaciones”, contribuye a la calificación de la industria brasileña y a la promoción de la autonomía del sector espacial (AEB, 2012). China National Space Administration (CNSA) es la agencia espacial estatal de China. Es responsable del programa espacial chino, por lo que la planificación y el desarrollo de las actividades espaciales del país está a su cargo. China Center for Resource Satellite

Figura 1 - Modelo de Stakeholders aplicado al Programa CBERS.



Fuente: Las autoras.

<sup>1</sup> Cabe señalar que “solo en noviembre de 2016, se obtuvo la sanción presidencial para el Protocolo Complementario para el desarrollo conjunto de este satélite” (AGENCIA ESPACIAL BRASILEÑA, 2017, p. 3).

<sup>2</sup> Durante la 13ª reunión del Comité Conjunto del Programa CBERS, que sucedió en 2017, “Brasil y China, en vista de las circunstancias actuales del proyecto, decidieron reprogramar el lanzamiento del satélite para el primer semestre de 2019” (AGENCIA ESPACIAL BRASILEÑA, 2018, p. 34).

*Data and Applications* (CRESDA) trabaja en el segmento solo imagen y *China Satellite Launch and Tracking General* (CLTC), en el segmento de control individual. La industria aeroespacial brasileña y china también se insertan en esta capa. Son responsables de la fabricación de los componentes que forman parte de los satélites CBERS, y el sector que genera una serie de impactos económicos directos e indirectos a la sociedad.<sup>3</sup>

Actualmente en el Brasil casi todas las instituciones relacionadas con el medio ambiente y los recursos naturales (EMBRAPA, ANP, IBGE, ANA, CENSIPAM, CCISE – MD, ANATEL, etc.) son usuarias de las imágenes de satélite de la familia CBERS (AGENCIA ESPACIAL BRASILEÑA, 2019, p. 46). Las imágenes se utilizan para controlar la deforestación y los incendios en la Amazonía legal, para monitorear los recursos hídricos, las áreas agrícolas, el crecimiento urbano, la ocupación de la tierra, en la educación y en innumerables otras aplicaciones (INPE, 2018; AGENCIA ESPACIAL BRASILEÑA, 2019, p. 46).

Es esencial para los grandes proyectos nacionales estratégicos, como el Proyecto de Monitoreo de la Deforestación en la Amazonía Legal por Satélite (PRODES), el Sistema de Detección de la Deforestación en la Amazonia Legal en Tiempo Real (DETER), y el Sistema de Monitoreo de la Caña de Azúcar por Imágenes de Satélite (CANASAT) (INPE, 2018). La sociedad brasileña y la china ganan en conjunto, porque el país ya no depende de las imágenes proporcionadas por el equipo de un pequeño número de países.

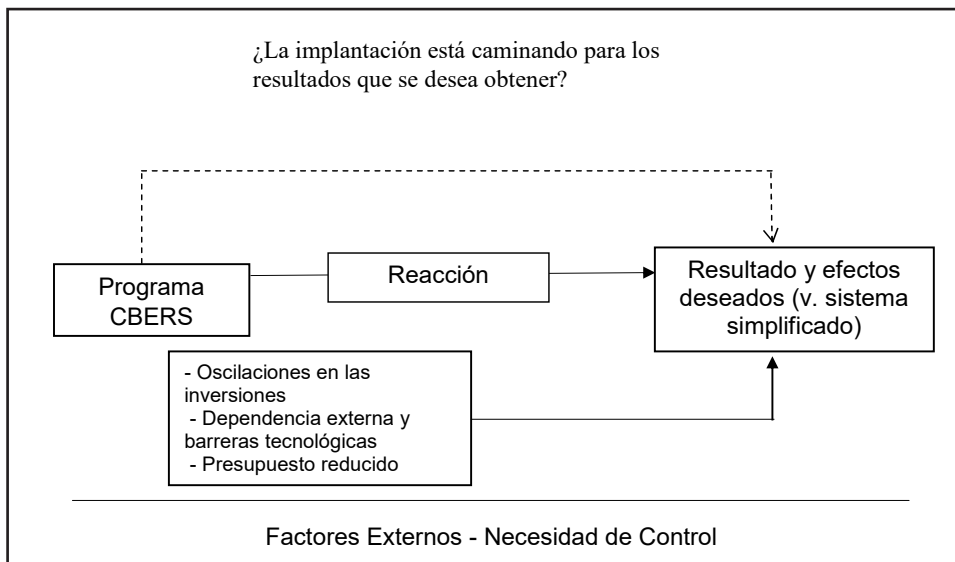
### 3.1.2 Modelo de Consecución de objetivo

El modelo de consecución de objetivos busca medir el logro del objetivo y llevar a cabo la evaluación del impacto de la intervención (VEDUNG, 2013, p. 388). Para ello, se identifican los objetivos para determinar en qué medida se están alcanzando, y luego se verifica el grado en que la intervención ha contribuido u obstaculizado el logro de los objetivos del programa (VEDUNG, 2013, p. 388).

Los objetivos del Programa CBERS, según el acuerdo de 1988, son “utilizar técnicas avanzadas de teleobservación para inventariar, desarrollar, gestionar y vigilar a los chinos y brasileños en la agricultura, la silvicultura, la geología, la hidrología, la geografía, la cartografía, la meteorología y el medio ambiente” y también “promover el desarrollo y la aplicación de la tecnología de teleobservación en China y Brasil” (MONSERRAT FILHO, 1997, p. 160). A través de una revisión de la literatura fue posible ver los obstáculos presentes en la aplicación del programa CBERS. Clasificados en el modelo referido a los factores externos a controlar, se destacan, como se muestra en la figura 2, en: 1) las oscilaciones en la aplicación de las inversiones previstas en el CBERS; 2) dependencia externa y barreras tecnológicas y 3) presupuesto reducido.

Con respecto a las oscilaciones en la aplicación de las inversiones previstas en el CBERS, desde el inicio del programa, Brasil presentó dificultades para entregar su parte a tiempo, lo que causó retrasos en los

**Figura 2 - Modelo de Consecución de Objetivos del Programa CBERS.**



Fuente: Elaboración de las autoras con adaptación de Vedung, 1997, y Oliveira, G., 2016, p. 179.

<sup>3</sup> Sobre los impactos económicos del Programa CBERS, ver: COSTA FILHO, 2006.



procesos. Roberto Abdenur, embajador de Brasil en China entre 1989 y 1993, recuerda que poco después de la entrada en vigor del acuerdo hubo un cambio de gobierno, período en el que las inversiones del programa se congelaron (SILVA, 2014, p. 77). A este respecto, Abdenur declaró que:

En dos o tres ocasiones los chinos se irritaron con los retrasos que amenazaban con hacer todo ellos solos y sacar a Brasil del programa (...) así que tuve que mantener el acuerdo casi en el clavo, como dicen, argumentando que tuviesen paciencia con Brasil, porque el proyecto sería el pilar fundamental de una importante asociación estratégica entre los dos países (SILVA, 2014, p. 77).

Los esfuerzos de Abdenur para mantener el acercamiento entre los dos países pasaron por una serie de pruebas, principalmente debido a la dificultad de la parte brasileña para garantizar la transferencia de recursos al proyecto. En este sentido, la variación presupuestaria en la Política Espacial Brasileña comprometió directamente las transferencias al Programa CBERS. El gobierno Fernando Collor (1990-1992) fue fundamental para el programa espacial, que perdió relevancia como programa estratégico. Durante este período, hubo retrasos en programas como el CBERS y el VLS-1 (ROLLEMBERG, 2010, p. 40).

Las dificultades para mantener y regularizar el presupuesto destinado a proyectos de desarrollo científico y tecnológico espacial son una constante dentro del Programa Espacial Brasileño. Sobre este aspecto, Carvalho (2011) hace la siguiente afirmación:

Los períodos de escasez de recursos se traducen en sucesivos retrasos en los horarios con la consiguiente obsolescencia de la infraestructura, retraso tecnológico, disolución de asociaciones internacionales y dispersión o pérdida de personal. Entre las principales víctimas de esta situación, se encuentra el sector industrial nacional, formado por pequeñas y medianas empresas que no pueden soportar retrasos en los pagos contractuales o la falta de contratos a largo plazo (CARVALHO, 2011, p. 24).

En cuanto a la dependencia externa y las barreras tecnológicas, este obstáculo se da debido a que los componentes electrónicos más sofisticados del programa son en su mayoría importados. Según el entonces presidente de AEB, José Raimundo Braga Coelho, Brasil aún no fabrica ciertos componentes electrónicos con calificación espacial, por lo que necesita importar, y existen

ciertas tecnologías únicas en satélites que no vale la pena desarrollar en el país, ya que son muy caras y la demanda es muy baja (SILVA, 2014, p. 76). Además de este tema, existen otros obstáculos y limitaciones, en los que merece destacarse la resistencia del Departamento de Estado Norteamericanos a liberar la venta de componentes, ya que todos ellos están sometidos a la *International Traffic in Arms Regulations* (ITAR - Reglamento sobre el Tráfico Internacional de Armas<sup>4</sup>), que considera cualquier plataforma orbital como armamento (SILVA, 2014, p. 76).

Las restricciones tecnológicas son una barrera importante en el desarrollo de programas espaciales en los países en desarrollo. La cooperación entre Brasil y China no llamó la atención de Estados Unidos en sus primeros años, principalmente porque los primeros satélites no eran sofisticados (ROLLEMBERG, 2010, p. 55). Sin embargo,

con el anuncio, en noviembre de 2002, del acuerdo para producir CBERS-3 y 4, con costos compartidos y el objetivo de mejorar la carga útil para la imagen con una resolución de 5 m, el proyecto comenzó a sufrir restricciones, con la prohibición de venta de componentes, lo que provocó un retraso en el desarrollo de CBERS-3. Dieciséis años después de la creación de la AEB, el aumento de la coordinación civil sobre el programa y la firma de tratados que restringen la adquisición de tecnologías sensibles no han impedido el embargo comercial. (ROLLEMBERG, 2010, p. 55).

Además, según el informe de 2009,

El retraso, en parte, se debe a la dificultad de adquirir componentes con calificación espacial, debido al control de comercialización de tecnologías sensibles por parte de EE.UU. La dificultad para acceder a los componentes ha provocado modificaciones en los diseños de estos subsistemas, aumento de costos y una extensión del lanzamiento. (INPE, 2009, p. 12).

Las barreras en la adquisición de componentes de equipos de doble uso son una constante en el proceso de desarrollo de sectores estratégicos. La llamada contención tecnológica “ha sido utilizada por los países desarrollados con el fin de mantener ventajas estratégicas, no solo militares, sino también comerciales, logradas gracias al valioso conocimiento que poseen a través de sus empresas” (LONGO; MOREIRA, 2009, p. 75).

La dificultad de adquirir componentes frena el desarrollo, porque “para evitar el problema, el país trata de nacionalizar algunos sistemas, con un éxito todavía

<sup>4</sup> Para Pedone (2009, p.2), la finalidad del ITAR, instrumento unilateral de restricción tecnológica de los Estados Unidos, es controlar la exportación de bienes sensibles, incluidos en la *US Munitions List*, como la aviónica, la tecnología de sensores, el láser, los satélites, los chips de computadora, el material óptico, entre otros. Su objetivo final es salvaguardar la seguridad nacional y alcanzar los objetivos de la política exterior norteamericana (PEDONE, 2009, p.2). La interpretación y aplicación del ITAR se realiza a través del Departamento de Estado.

modesto” (ROLLEMBERG, 2010, p. 55). Todavía en este aspecto, Longo y Moreira señalan que países como Rusia, China e India han desarrollado sectores estratégicos relacionados con la seguridad y la defensa. Esos países han dominado la tecnología nuclear para la defensa y los misiles de largo alcance. En este sentido, es interesante observar que “a veces se alinean con las limitaciones, a veces son limitaciones, siendo tratadas de manera diferente, dependiendo de los factores de la coyuntura” (LONGO; MOREIRA, p. 80). La dinámica de la reducción tecnológica contribuye a explicar la forma en que el Brasil se enfrenta a barreras en la adquisición de componentes. China, aunque posee tecnología considerada sensible, no está dispuesta a realizar transferencia de tecnología. Así,

La cooperación internacional en la esfera espacial es particularmente diferente de las demás, porque al mismo tiempo que la mayoría de los proyectos se desarrollan en el marco de la cooperación internacional, debido a los elevados costos y a la escasez de tecnología, no hay interés por parte de los países que tienen esta tecnología en transmitirla a otras naciones. Por lo tanto, los acuerdos firmados entre los países del área espacial no significan una garantía de transferencia de esta tecnología. (BRITO, 2011, p.35; *apud* COSTA FILHO, 2006).

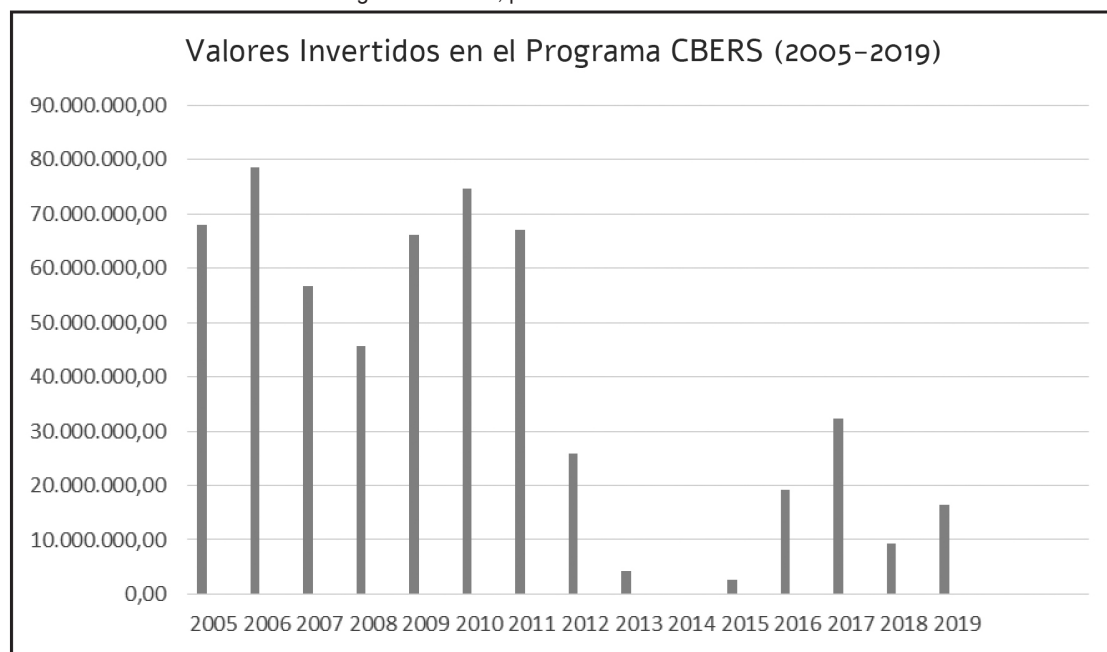
Finalmente, para demostrar el presupuesto reducido, utilizamos el Gráfico 1 que trae los datos de inversión en el Programa CBERS a lo largo del período 2005 – 2019. A través de él, además de poder verificar que hubo una

disminución en el presupuesto del programa, es posible darse cuenta de que hay una considerable oscilación de los recursos entre el período de 2005 – 2011 y de 2012 a 2019. Es importante señalar que, entre 2005 y 2013, aparece en los informes de gestión del INPE que el presupuesto para los CBERS cubría la inversión concomitante en equipo para los CBERS 3 y 4.

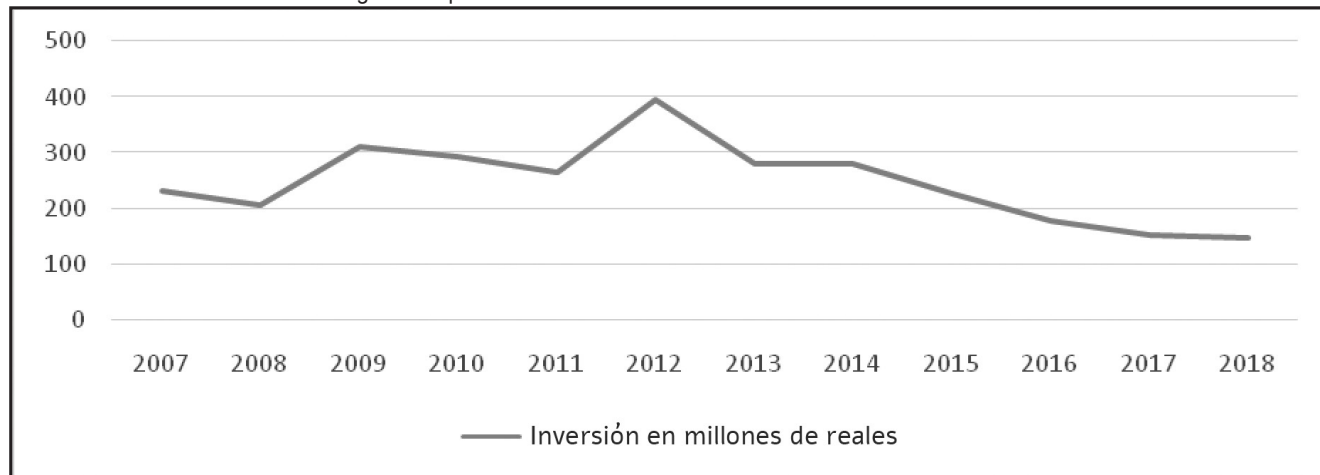
Posteriormente, los informes solo informan sobre el CBERS-4A. También cabe señalar que a partir del informe de 2015, la falta de recursos por imprevistos se hace más presente. En este sentido, es interesante observar que la documentación indica que las principales razones de las sucesivas demoras hasta 2014 están relacionadas principalmente con la dificultad de la industria nacional para cumplir las especificaciones de los componentes de los satélites CBERS y la dificultad para obtener piezas sin restricciones de importación por parte de los Estados Unidos (INPE, 2009, p. 12).

El Gráfico 2 muestra la inversión nacional en el período 2007-2018 en el Programa Espacial Brasileño. Esta inversión se refiere a los valores empleados en el desarrollo de “lanzadores, bases de lanzamiento, satélites y sus sistemas de recepción y control, y aplicación de datos”. (AEB, 2018). Es posible ver que la cantidad empleada ha ido disminuyendo en los últimos años. Las restricciones presupuestarias en los proyectos de ciencia y tecnología generan grandes pérdidas para el desarrollo científico y tecnológico.

**Gráfico 1** - Inversión anual en el Programa CBERS, por millones de reales.



**Fuente:** Elaboración de las autoras a partir de los datos obtenidos por el Sistema Integrado de Planificación y Presupuestación del Gobierno (SIOP) e Informes de Gestión del INPE.

**Gráfico 2** - Inversión anual en el Programa Espacial Brasileño.

**Fuente:** Sistema Integrado de Planificación y Presupuesto del Gobierno (Siop) *apud* Agencia Espacial Brasileña, 2020.

Como consecuencia de los factores externos a controlar, hubo un aumento en el intervalo de tiempo entre el lanzamiento de los satélites. A pesar de la previsión de lanzamiento de satélites cada dos años, sucesivos retrasos por problemas técnicos, embargos a las importaciones de convertidores de EE.UU., productos con defectos o retrasos en la transferencia de recursos han afectado la secuencia de puesta en órbita de satélites (SILVA, 2014, p. 99).

Los sucesivos retrasos que implican problemas de presupuesto han traído una serie de impactos negativos al calendario del Programa CBERS. Para este fin, Carvalho (2011, p. 24) explica cómo la fluctuación del presupuesto tiene un impacto negativo en la Política Espacial Brasileña:

El efecto negativo de esta variación presupuestaria a lo largo del tiempo en el programa se debe a la propia naturaleza de los productos y servicios espaciales. En efecto, la construcción de satélites, cohetes e infraestructura terrestre presenta complejidad y riesgos tecnológicos, altos costos y largos ciclos de desarrollo, generalmente de cuatro y ocho años. Así, la gestión de los proyectos y actividades espaciales se convierte en rehén de la incertidumbre a largo plazo del apoyo financiero necesario para la ejecución de las tareas y contratos implicados, lo que acaba generando constantes soluciones de continuidad y acciones desgastantes y continuas de replanificación.

En cuanto a las consideraciones hechas en esta cita, es posible extenderlas al Programa CBERS. De acuerdo con la evaluación hecha en este artículo, el Programa CBERS ha sido sometido a una continua replanificación de su calendario de ejecución. Desde los primeros años hasta el último lanzamiento en diciembre de 2019, una

de las principales variables que favorecieron los sucesivos retrasos es el presupuesto flotante del sector espacial brasileño. Sin embargo, como ya se ha señalado, esta no es la única variable que funciona, también es importante destacar los efectos adversos de la limitación tecnológica para los países en desarrollo. El aumento de los intervalos y la replanificación sucesiva también están relacionados con la dificultad de obtener componentes de doble uso que a menudo no son vendidos por los estados que poseen estas tecnologías. Esto significa que el país que se ve limitado tiene que desarrollar el componente, lo que requiere tiempo, recursos y capacitación. Se trata de un complejo proceso de interacción entre la dependencia, la interdependencia y la autonomía.

El tema del presupuesto es destacado por Ricardo Galvão, ex director del INPE, Brasil no está tan bien como podría estar, principalmente porque la falta de recursos culmina con el problema de la falta de recursos humanos en el INPE (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018c). La inversión en el programa espacial brasileño ha sido muy pequeña, especialmente cuando se compara con los presupuestos de otros programas espaciales de países emergentes, por ejemplo, la India. En este sentido, Galvão llama la atención sobre la importancia de la asociación con otros países, ya que permite la adquisición de conocimientos que no se adquirieron en la asociación con China (BRASIL CON CIENCIA, 2018c).

El primer satélite de Argentina, por ejemplo, fue probado en el INPE, Argentina ha logrado un excelente nivel de desarrollo de su programa espacial.

Esto es porque, aunque la economía Argentina no estaban en su mejor momento, mantenían un recurso y una ideología de desarrollo continuo que daba prioridad al programa por su importancia para la sociedad. La falta de demanda de satélites por parte del gobierno brasileño ha dañado la industria espacial brasileña. Este es un punto que merece atención, que la falta de demanda y regularidad de la inversión en el sector espacial es uno de los principales obstáculos para la consolidación de una industria aeroespacial fuerte (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018c).

Amauri Montes, ex-coordinador general de ingeniería del INPE, destaca el problema en relación de los recursos humanos (BRASIL COM CIÊNCIA, 2018b). Según Montes, estamos perdiendo muchos recursos humanos debido a la jubilación y al hecho de que no hay una inversión continua en el sector<sup>5</sup>; no hay una reproducción de estos recursos humanos y esto causa una pérdida de aprendizaje (BRASIL CON CIENCIA, 2018b).

Sin embargo, se están abriendo nuevos caminos para el sector espacial y la tendencia mundial es avanzar hacia satélites más pequeños. El INPE está trabajando en una plataforma para desarrollar satélites de 200 kilogramos, que podrían desarrollarse con mayor continuidad de órdenes. Aunque no promueve una gran demanda, permite una demanda continua que permite mantener el personal cualificado que se ha perdido. A través de la reformulación del programa espacial brasileño y su gobernanza, es posible consolidar un programa espacial que tiene una gran participación de la industria nacional y mantener los empleados y el conocimiento que se ha adquirido (BRASIL CON CIENCIA, 2018c).

#### 4 CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo buscó analizar el Programa CBERS a través de la metodología de evaluación de políticas públicas. A este respecto, la reunión de datos documentales proporcionó los datos necesarios para la aplicación de los modelos de valoración: *stakeholder* y *goal-achievement*. La aplicación de esos modelos contribuyó a la identificación de los principales interesados y a la verificación de los objetivos y obstáculos del programa.

Los resultados del análisis presentado muestran que el CBERS es un programa de interés económico,

por su contribución a la vigilancia de la agricultura y el fortalecimiento de la industria aeroespacial, y social, por sus características de vigilancia ambiental. La asociación con China facilita la división de los costos y ha favorecido el prestigio ante el gobierno brasileño para la entrada de recursos. En este sentido, Brasil y China, a lo largo de la historia del CBERS y especialmente en los últimos años buscan expandir el grupo de interés que tiene acceso a las imágenes proporcionadas por el CBERS. Como ya se ha mencionado, desde 2007 hay una disponibilidad gratuita de las imágenes generadas por el CBERS para los países africanos, lo que representa un esfuerzo conjunto de Brasil y China para fortalecer el programa y, al mismo tiempo, aumentar el número de países que tienen acceso a estas imágenes (INPE, 2007).

El análisis de los datos de logro mostró que, a pesar de ser un programa que ha logrado mantenerse, a lo largo de su trayectoria, ha encontrado, sucesiva y repetidamente, una serie de dificultades. Entre ellas, la que destaca es la incapacidad de cumplir con el objetivo de una ruptura entre un lanzamiento y otro. Aunque el CBERS se mantiene como una prioridad dentro de la política espacial brasileña, sigue estando sujeto a restricciones presupuestarias que contribuyen a los retrasos en la fabricación de componentes y equipos de satélites.

Concluimos abordando la necesidad de más datos sobre el programa CBERS, como los aspectos de la nacionalización de los satélites y los impactos en la industria aeroespacial brasileña. La relación bilateral entre Brasil y China en el sector espacial ha consolidado el programa CBERS como proveedor de imágenes de satélite, pero esto no ha significado que, a lo largo de la historia del Programa, Brasil haya podido seguir el desarrollo espacial de su socio. No obstante, es importante señalar que ambos países han podido mejorar las técnicas y los conocimientos en el sector. Teniendo en cuenta que Brasil ya no tiene un nivel de conocimientos similar al de China en este sector, sería interesante que Brasil reforzara los acuerdos de cooperación con los países que todavía están desarrollando su sector espacial para que se produzca un intercambio de conocimientos más eficaz en las zonas donde se busca la autonomía.

<sup>5</sup> Como ejemplo, Montes cita a la empresa Opto que perdió cerca del 30% de los empleados que fueron invitados a trabajar en el extranjero. Es decir, Brasil entrena a la gente para trabajar en el extranjero (BRASIL CON CIENCIA, 2019).



## REFERENCIAS

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Relatório de Gestão de 2018. Brasília, 2019.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Relatório de Gestão de 2017. Brasília, 2018.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Relatório de Gestão de 2016. Brasília, 2017.

AEB. Satélites. 20.11.2012. Disponível em: <http://portal-antigo.aeb.gov.br/category/programa-espacial/descricao-satelites/>. Acesso em 31 jul. 2019.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Esclarecimentos da Agência Espacial Brasileira. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/09/Esclarecimentos-da-Ag%C3%Aancia-Espacial-Brasileira.pdf>. Acesso em 24 abri. 2020.

AEB. CBERS-4A e FloripaSat são lançados com sucesso. 17.01.2020. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/satelites-cbers-4a-e-floripasat-ja-estao-em-orbita/>. Acesso em 23 abri. 2020.

BRASIL COM CIÊNCIA a. 30 anos do satélite CBERS - Bloco 1/3. 19.10.2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ahtCZ5IBNTI>. Acesso em 19 nov. 2019.

BRASIL COM CIÊNCIA b. 30 anos do satélite CBERS - Bloco 2/3. 19.10.2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3PkyR9qlmyl>. Acesso em 19 nov. 2019.

BRASIL COM CIÊNCIA c. 30 anos do satélite CBERS - Bloco 3/3. 19.10.2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=oiVcBBQzHko>. Acesso em 19 nov. 2019.

BRITO, Lana Bauad. Da exclusão à participação internacional na área espacial: o programa de satélites sino-brasileiro como instrumento de poder e de desenvolvimento (1999-2009). 181 f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) – Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, 2011.

CARVALHO, Eduardo. Após perda de satélite, programa espacial mira próximos objetivos. 14.12.2013. G1. São Paulo. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2013/12/apos-perda-de-satelite-programa-espacial-mira-proximos-objetivos.html>. Acesso em 30 jul. 2019.

CARVALHO, Himilcon de Castro. Alternativas de financiamento e parcerias internacionais estratégicas no setor espacial. In: BRASIL. **Desafios do Programa Espacial Brasileiro**. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos, 2011.

COSTA FILHO, Edmilson de Jesus. A dinâmica da cooperação espacial sul-sul: o caso do programa CBERS (China – Brazil Earth Resources Satellite). Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP: [s.n], 2006.

FURTADO, André Tosi; COSTA FILHO, Edmilson de Jesus; CAMPOS, André Sica. A cooperação internacional no programa de satélites: o caso do CBERS. **Revista de Ciência e Tecnologia, Política e Gestão para a Periferia**. Recife, v.4, n.2, pp.248-262, 2000.

HANSEN, Morten Balle; VEDUNG, Evert. Theory-Based Stakeholder Evaluation. **American Journal of Evaluation**, v. 31, n. 3, p. 295-313, 2010.

INPE. CBERS. 05.02.2018. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/sobre/historia.php>. Acesso em 30 jul. 2019.

INPE. África terá acesso gratuito a imagens do CBERS.30.11.2007. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=1276](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=1276). Acesso em 23 abr. 2020.

INPE. CBERS. 07.03.2019. Disponível em: [http://www.cbers.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5035](http://www.cbers.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5035). Acesso em 30 jul. 2019.

INPE. **Processos de contas anuais**. São José dos Campos, 2001-2017. Disponível em: < [http://www.inpe.br/gestao/relatorio\\_gestao.php](http://www.inpe.br/gestao/relatorio_gestao.php) >. Acesso em 25 jun. 2020.

KING Gary.; KEOHANE, Robert.; VERBA Sidney. **Designing Social Inquiry**: scientific inference in qualitative research. New Jersey: Princeton University Press, 1994.

LANE, Jan-Erik. Implementation, Accountability and Trust. **European Journal of Political Research**, v. 15, n. 5, p. 527-546, set/1987.

LEITE, Patrícia Soares. **O Brasil e a cooperação Sul-Sul em três momentos**: os governos Jânio Quadros/ João Goulart, Ernesto Geisel e Luiz Inácio Lula da Silva. Brasília: FUNAG, 2011.

LONGO, Waldimir Pirró e; MOREIRA, William de Sousa. Contornando o cerceamento tecnológico. In: SVARTMAN, E.M. (org.) **Defesa, segurança**

**internacional e forças armadas.** Campinas: Editora Mercado de Letras, 2010, p. 309-321.

MONSERRAT FILHO, José. Brazilian-Chinese space cooperation: an analysis. **Space Policy**, 13(2), p. 153-170, may/1997.

OECD. The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, Paris: OECD Publishing, 2019. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/602407b1-en/index.html?itemId=/content/component/602407b1-en&mimeType=text/html>. Acesso em 23 abr. 2020.

OLIVEIRA, Guilherme Tadeu Berriel da Silva. Uma Avaliação dos Processos de Transferência de Tecnologia do Prosub, Guarani e H-XBR. 314f. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos da Defesa e da Segurança) - Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos da Defesa e da Segurança, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, 2016.

PEDONE, Luiz. Defesa-Cerceamento Tecnológico: Mecanismos Unilaterais de Cerceamento Tecnológico e Comercial e Regimes que o Brasil não Aderiu, 2009.

REDLEMAN, James; FAULCONER, J. Walter. Improving international space cooperation: considerations for the USA. **Space Policy**, 26, p. 143-151, 2010.

ROLLEMBERG, Rodrigo; VELLOSO, Elizabeth Machado. **A política espacial brasileira.** Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2009. (Série cadernos de altos estudos, n.7)

SILVA, Paulo Henrique da. Brasil-China e a parceria estratégica em ciência e tecnologia: o Programa CBERS e as novas oportunidades de cooperação. 119f. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) - Pós-Graduação em Relações Internacionais, Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2014.

VEDUNG, Evert. **Public Policy and Program Evaluation**, New Brunswick, New Jersey and London: Transaction Publishers, 1997.

VEDUNG, Evert; PEDONE, Luiz. **Avaliação de Políticas Públicas:** fundamentos, modelos e desafios. Rio de Janeiro: Editora Luzes, 2018.

VILLAS-BÔAS, Ana Lucia A. **PEB – Programa Espacial Brasileiro:** militares, cientistas e a questão da soberania nacional. Lisboa: Chiado Editora, 2016.

ZHAO, Yun. The 2002 space cooperation protocol between China and Brazil: an excellent example of south-south cooperation. **Space Policy**, 21, p.213-219, 2005.

**PARECERISTAS DAS EDIÇÕES DE 2020**

Andréa Costa da Silva  
Universidade da Força Aérea (UNIFA)  
Rio de Janeiro/RJ - Brasil

Bruno de Melo Oliveira  
Universidade da Força Aérea (UNIFA)  
Rio de Janeiro/RJ – Brasil

Bernardo Kocher  
Universidade Federal Fluminense (UFF)  
Niterói/RJ – Brasil

Éder Henriqson  
Pontifícia Universidade Católica do RGS (PUCRS)  
Porto Alegre/RS – Brasil

Érico Esteves Duarte  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Porto Alegre/RS - Brasil

Fernando Antonio Nogueira Galvão da Rocha  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
Belo Horizonte/MG – Brasil

Gustavo Iervolino de Moraes  
Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas)  
Campinas/SP - Brasil

Iliane Jesuína Silva Foresti  
Academia da Força Aérea (AFA)  
Pirassununga/SP - Brasil

Humberto Lourenção  
Academia da Força Aérea (AFA)  
Pirassununga/SP - Brasil

José Miguel Quedi Martins  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Porto Alegre/RS – Brasil

José Osvaldo Saldanha Paulino  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
Belo Horizonte/MG – Brasil

Luiz Felipe Brandão Osório  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)  
Seropédica/RJ – Brasil

Marcos Aurélio de Oliveira  
Academia da Força Aérea (AFA)  
Pirassununga/SP - Brasil

Maria Raquel Marques Furtado de Mendonça Louzeiro  
Hospital de Força Aérea de Brasília (HFAB)  
Brasília/DF – Brasil

Marta Maria Telles  
Universidade da Força Aérea (UNIFA)  
Rio de Janeiro/RJ - Brasil

Newton Hirata  
Academia da Força Aérea (AFA)  
Pirassununga/SP - Brasil

Patrícia de Oliveira Mattos  
Universidade da Força Aérea (UNIFA)  
Rio de Janeiro/RJ - Brasil

Paulo Roberto Batista  
Universidade da Força Aérea (UNIFA)  
Rio de Janeiro/RJ - Brasil

Rachel Motta Cardoso  
Museu Aeroespacial (MUSAL)  
Rio de Janeiro/RJ – Brasil

Ricardo Cabral  
Escola de Guerra Naval (EGN)  
Rio de Janeiro/RJ - Brasil

Selma Leal de Oliveira Ribeiro  
Universidade Estácio de Sá (UNESA)  
Rio de Janeiro/RJ - Brasil

Sérgio Sales  
Safety & Security Ltda  
Rio de Janeiro/RJ - Brasil

Thais Russomano  
Pontifícia Universidade Católica do RGS (PUCRS)  
Porto Alegre/RS – Brasil

Wilmar Terroso Freitas  
Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica (INCAER)  
Rio de Janeiro/RJ - Brasil

### ORIENTAÇÕES PARA SUBMISSÃO

A Revista da Universidade da Força Aérea é uma publicação científica de periodicidade semestral que tem por finalidade publicar as contribuições sobre Estudos de Defesa, com ênfase em Poder Aeroespacial, bem como temas relevantes para o Comando da Aeronáutica. O processo de submissão é por fluxo contínuo e as normas podem ser acessadas no seguinte endereço eletrônico:

**[https://www.unifa.aer.mil.br/normas\\_para\\_publicacao.pdf](https://www.unifa.aer.mil.br/normas_para_publicacao.pdf)**

### GUIDELINES FOR SUBMISSION

The Journal of the Air Force University is a scientific biannually publication which aims to publish contributions on defense studies, with an emphasis on Aerospace Power as well as relevant topics to the Air Force Command. The submission process is a continuous flow and the rules can be accessed at the following address:

**[https://www.unifa.aer.mil.br/rules\\_for\\_publishing.pdf](https://www.unifa.aer.mil.br/rules_for_publishing.pdf)**

### ORIENTACIONES PARA SOMETIMIENTO

La Revista da Universidade da Força Aérea es una publicación científica de periodicidad semestral que tiene como objetivo publicar las contribuciones sobre Estudios de Defensa, con énfasis en Poder Aeroespacial y cuestiones relacionadas al Comando da Aeronáutica. El proceso de sometimiento es por flujo contínuo y las normas pueden ser accesadas en el siguiente sitio:

**[https://www.unifa.aer.mil.br/normas\\_para\\_publicacion.pdf](https://www.unifa.aer.mil.br/normas_para_publicacion.pdf)**





Portão da Guarda da UNIFA/Guard Gate of UNIFA/Porton de la Guardia de la UNIFA.

**UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA (UNIFA)**  
**PRÓ-REITORIA DE APOIO À PESQUISA E AO ENSINO (PROAPE)**  
**COORDENADORIA DA EDITORA DA UNIFA (ED-UNIFA)**

Av. Marechal Fontenelle, 1000 - Campo dos Afonsos

Rio de Janeiro - RJ

CEP 21740-000

Telefone/Telephone number/Teléfono: +055 21 21572753

Site/Website/Sitio Web: [www.fab.mil.br/unifa/revistadaunifa](http://www.fab.mil.br/unifa/revistadaunifa)

E-mail/E-mail/Email: [revistadaunifa@gmail.com](mailto:revistadaunifa@gmail.com)



**FORÇA AÉREA BRASILEIRA**

*Asas que protegem o País*



**ED - UNIFA**