

PD&I AEROESPACIAL: ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA PLATAFORMA HIPERSÔNICA DE LANÇAMENTO ORBITAL NO CENTRO DE LANÇAMENTO DA BARREIRA DO INFERNO

Flaviano Costa Dantas – fcdantas2008@gmail.com

Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Filipe Emanuel Vieira Taveiros - filipefevt@fab.mil.br

Centro de Lançamento da Barreira do Inferno

João Batista Dolvim Dantas – dolvimjbdd@fab.mil.br

Centro de Lançamento da Barreira do Inferno

Zulmara Virginia de Carvalho - zvcarvalho@ect.ufrn.br

Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Resumo: Avalia-se neste trabalho, sob a perspectiva do desenvolvimento tecnológico e de inovação, a viabilidade de implementação de uma Plataforma Hipersônica de Lançamento Orbital (PHiLO) no Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI). A partir de informações técnico-científicas disponíveis, da coleta de dados do setor aeroespacial e do ambiente institucional, sob uma Análise Pestal, depreende-se que a implementação de uma PHiLO no CLBI é viável, tendo em vista que a atividade aeroespacial ainda é uma das áreas mais promissoras para a inovação. Mercado de tecnologia de alto valor agregado, a indústria aeroespacial movimentou em 2017 € 221 bilhões de euros. É importante ressaltar que o Marco Legal em Ciência, Tecnologia e Inovação, regulamentado pela Lei Nº 9.283/2018, redimensionou o relacionamento entre instituições de Ciência e Tecnologia, empresas e setores governamentais (tríplice hélice - 3H) visando ao desenvolvimento tecnológico nacional. Nesse contexto, verifica-se que a instalação de uma PHiLO no CLBI contribuirá para: a) geração de projetos de pesquisa inéditos em parceria com várias instituições públicas como, por exemplo, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), e o próprio CLBI; b) construção de laboratórios de alta tecnologia; c) desenvolvimento de novos materiais que suportem altas temperaturas e pressões; d) aprimoramento da tecnologia hipersônica; e) produção científica com alcance nacional e internacional; e, o mais importante e inovador, g) lançamento orbital de nanossatélites e experimentos em ambiente de microgravidade por meio dessa Plataforma.

Palavras-chave: Inovação, Setor Aeroespacial, Nanossatélites, Tríplice Hélice

Abstract— In this paper, the feasibility of implementing a Hypersonic Platform for Orbital Launching (PHiLO) at the Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) is assessed from the perspective of technological development and innovation. Based on the technical-scientific information available, from the collection of data from the aerospace sector and the institutional environment, according to a PESTLE Analysis, the implementation of a PHiLO Como in CLBI is feasible, considering that the aerospace activity is still one of the most promising areas for innovation. High value-added technology market, the aerospace industry moved € 221 billion in 2017. It is important to highlight that the Legal Framework in Science, Technology and Innovation, regulated by Law No. 9.283/2018, redefined the relationship between science and technology institutions, companies and government sectors (triple

helix - 3H), aiming at national technological development. In this context, it is verified that the installation of a PHiLO at CLBI will contribute to: a) generation of novel research projects in partnership with several public institutions, such as the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), the National Institute of Space Research (INPE), the Federal Institute of Rio Grande do Norte (IFRN), and CLBI itself; b) construction of high-tech laboratories; c) development of new materials that support high temperatures and pressures; d) development of hypersonic technology; e) scientific production with national and international scope; and, the most important and innovative, g) orbital launch of nanosatellites and experiments in microgravity environment by means of this platform.

Keywords - Innovation, Hypersonic Launch, Nanosatellites, Triple Helix

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos têm possibilitado a miniaturização de componentes ópticos e eletrônicos, permitindo o surgimento de uma nova concepção de satélites, denominados de nanossatélites e de microssatélites, com peso variando entre 1-10 kg e 10-100 kg, respectivamente. Vislumbra-se um potencial econômico bastante elevado para esses tipos de satélites, conhecidos como *CubeSats*, com a possibilidade tanto do uso individual de cada unidade como também da formação de uma rede de satélites interligados (OLIVEIRA, 2015b).

Criados em 1999 como uma ferramenta educacional, os cubesats – nanossatélites em forma de cubo com 10 centímetros de aresta, medida que caracteriza altura, largura e profundidade – tornaram-se um instrumento relativamente barato e rápido para coleta de dados em um amplo espectro de utilização. Desde a detecção de sinais eletromagnéticos que antecedem os terremotos a sistemas de sensoriamento de condições atmosféricas, passando pelos testes de sistemas biológicos, como a produção de proteínas bacterianas no espaço, até a observação de fenômenos no solo, entre outras aplicações (ERENO, 2014).

O INPE, em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB), desenvolveu o projeto CONASAT, que consiste no estudo de uma constelação de nanossatélites para coleta de dados ambientais baseada no padrão CubeSat, desenvolvido pela California Polytechnic State University, em parceria com a Stanford University's Space Systems Development Laboratory. A carga útil prevista para os satélites é um transponder digital de comunicação, desenvolvido no INPE – CRN, com recepção de dados em banda UHF e transmissão em banda S, que possibilitará a comunicação entre as plataformas de coleta de dados e as estações receptoras (CARVALHO, 2012). A utilização de nanossatélites se justifica pelas diversas vantagens, dentre as quais se destacam: baixo custo, montagem mais simples, pequeno tamanho, melhor adaptação às características de países em desenvolvimento, aplicações em monitoramento ambiental.

Todavia, o Brasil ainda precisa de outros países para lançar os nanossatélites. Aprimorar a tecnologia hipersônica para lançamento desses veículos é de vital importância para o desenvolvimento da tecnologia aeroespacial, pois poucos países no planeta detêm o conhecimento da tecnologia hipersônica, via Acelerador Hipersônico, para que possam lançar veículos em órbita (EUA, França, Japão, China e Brasil) (OLIVEIRA, 2015a).

Aliado a esse fato, o Brasil tem, em Parnamirim-RN, o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), uma Instituição Científica e Tecnológica (ICT) vinculada ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). O CLBI tem a missão de executar e prestar apoio às atividades de lançamento e rastreamento de engenhos aeroespaciais e de coleta e processamento de dados de suas cargas úteis, bem como de executar os testes, experimentos, pesquisa básica ou aplicada e outras atividades de desenvolvimento tecnológico de interesse da Aeronáutica, relacionados com a Política da Aeronáutica para Pesquisa e Desenvolvimento e com a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais.

Entretanto, é indispensável visualizar qual a viabilidade de implementação de uma Plataforma Hipersônica de Lançamento Orbital, no CLBI, sob viés da geração de desenvolvimento tecnológico e de inovação regional.

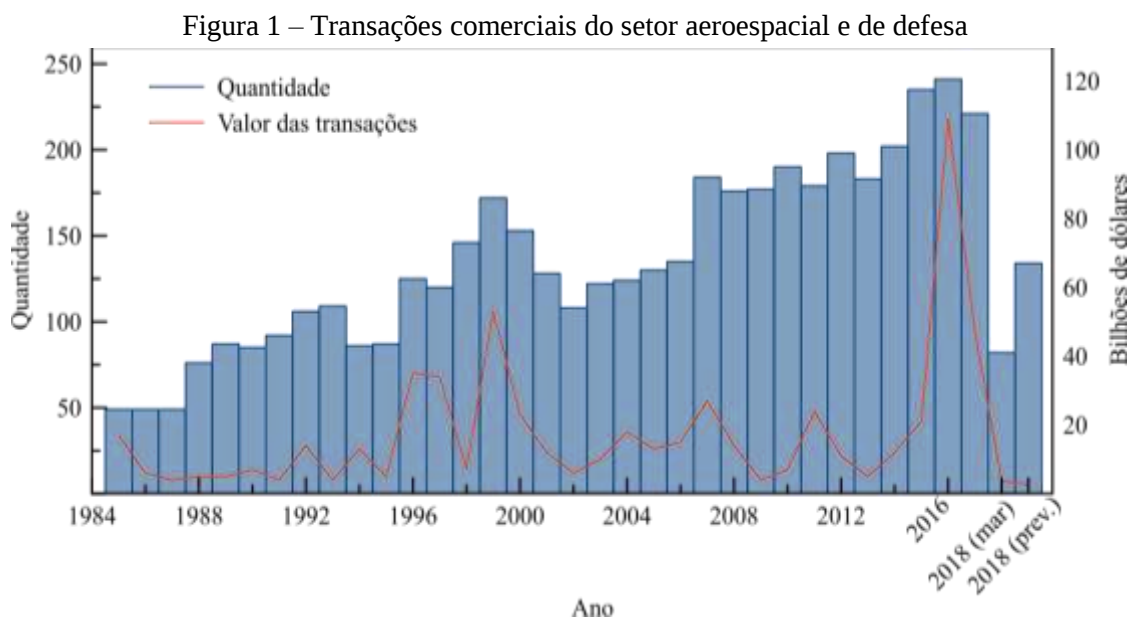
2 COMPONENTES QUE INTEGRAM O PROCESSO DE PD&I

Os elementos que constituem a formação aeroespacial em projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, afetos a análise neste artigo, são os seguintes:

2.1 ATIVIDADES AEROESPACIAIS

Os engenhos aeroespaciais comumente empregados no CLBI são: foguetes suborbitais, que se destinam à realização de experimentos em ambientes de microgravidade; e os foguetes de treinamento que têm por objetivo exercitar as principais funções de comunicação, telemetria, rastreamento e gerenciamento dos procedimentos de segurança e comandos para lançamentos no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) (Relatório de Gestão AEB, 2015).

Ademais, as últimas décadas nos revelaram um novo mercado pela intensificação da importância das atividades, produtos e serviços espaciais no processo de desenvolvimento econômico e social dos países. O espaço chega mesmo a ser considerado um “global commons”, pelo potencial que possui de responder a vários desafios que se colocam para os países no século XXI, especialmente aqueles em desenvolvimento. Além da esfera comercial, os satélites, que podem ser indicados como os eixos principais da atividade espacial, dão apoio à defesa nacional e aumentam o entendimento humano do universo pela sua aplicação na pesquisa científica (IPEA, 2012). É notório que o mercado aeroespacial tem um alto valor agregado e cresce a cada ano que passa, conforme demonstrado na figura 1.



Fonte: <https://imaa-institute.org/m-and-a-by-industries/>

2.2 PLATAFORMA HIPERSÔNICA DE LANÇAMENTO ORBITAL (PHILO)

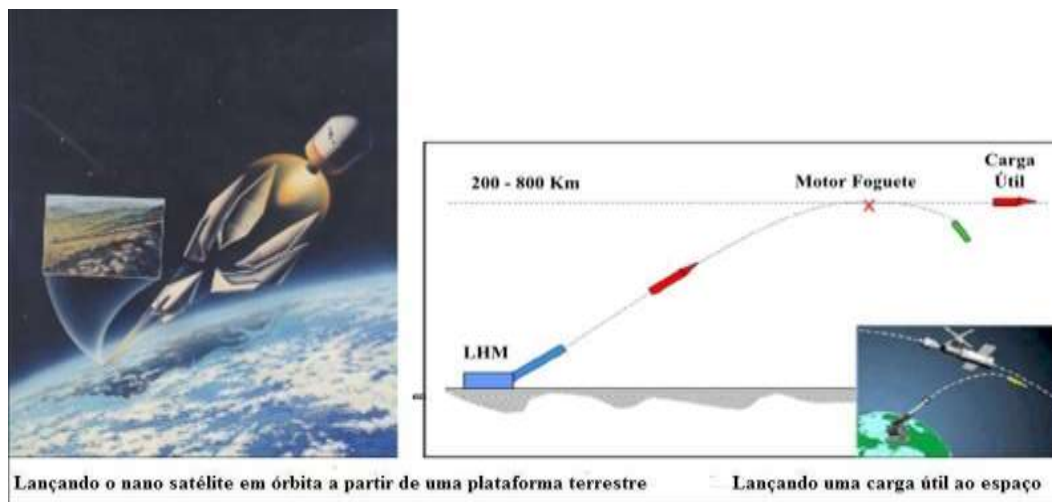
Desde a década de 1990, o Brasil tem atuado no desenvolvimento da tecnologia de Acelerador Hipersônico (AH) com o projeto e construção de uma unidade no Instituto de Estudos Avançados (IEAv), em São José dos Campos/SP. Ao longo dos anos, foram feitas modificações e ampliações até chegar à atual estrutura laboratorial. Esse Acelerador tem 45 m de comprimento, sendo capaz de acelerar um veículo de 0,16 kg e de 47 mm de diâmetro a uma velocidade de 3.300 m/s, ou seja, na saída do acelerador, é atingido Mach 10. Por se tratar de um laboratório, ao sair do Acelerador Hipersônico, o modelo realiza um voo confinado, no interior de um tanque de aço (tanque de recuperação), e incide no absorvedor de impacto, que o desacelera (OLIVEIRA, 2015b).

Diante de tudo que já foi desenvolvido, uma Plataforma Hipersônica de Lançamento Orbital (PHiLO), conforme protótipo apresentado na Figura 2, é uma construção de concreto onde abrigará um acelerador hipersônico que

lançará cargas úteis e nanossatélites ao espaço. , a ser instalada no CLBI, permitirá a realização do voo atmosférico de um modelo (veículo) de 100 mm de diâmetro e o novo Acelerador Hipersônico (AH) do IEAv, com as mesmas características da plataforma, e dará o suporte técnico e científico. O aumento do diâmetro do modelo permitirá maior disponibilidade para o transporte de carga útil e melhor acomodação da eletrônica embarcada. Também faz parte do Projeto a transferência do atual AH, inclusive com um laboratório certificado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do IEAv para a UFRN (a ser instalado no CLBI), visando à formação dos futuros profissionais que trabalharão para o desenvolvimento do setor aeroespacial brasileiro (OLIVEIRA, 2015b).

Certamente, a PHiLO permitirá construir um outro acelerador com capacidade para lançamentos de veículos com maior diâmetro, permitindo maior disponibilidade para transporte de carga útil e melhor acomodação de eletrônica embarcada. (OLIVEIRA, 2015b).

Figura 2 – Plataforma Hipersônica de Lançamento Orbital



Fonte: OLIVEIRA, 2015b

2.3 TRÍPLICE HÉLICE E A GESTÃO DA INOVAÇÃO

A conhecida Tríplice Hélice, agentes partícipes no processo de inovação (Universidades, Governos e Empresas), foram elementos preponderantes para um novo modelo de produção alicerçado nessa tríade (ALBINO, 2016), visando ao melhor desenvolvimento técnico-científico nas Universidades e à transferência das tecnologias desenvolvidas por elas para as empresas.

Cada agente tem sua importância dentro dessa hélice: as Universidades são as fontes primárias do saber tecnológico e científico; o governo é o ente central que cria leis, normas e procedimentos, bem como fiscaliza se esse arcabouço legal está sendo utilizado conforme previsto; e, finalmente, as empresas são o principal destino final do resultado do processo (inovação). Interessante que o CLBI, mesmo não sendo universidade, atua como fonte do saber tecnológico e científico e como governo, por ser uma ICT pública.

A inovação é conhecida como a melhoria e/ou desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços, agregando valor e interesses comerciais (ALBINO, 2016). A inovação pode ser também caracterizada quando acontece a absorção de um serviço, produto ou até “conhecimento” pelo setor público. Por isso, a gestão otimizada da inovação é imprescindível para direcionar o resultado das pesquisas/desenvolvimento tecnológico em prol da sociedade, bem como proporcionar de forma eficiente, eficaz e efetiva, o retorno de parte do que foi gasto nas hélices (Universidades-Governos), ao longo dos anos, em novas pesquisas e produtos ou serviços inovadores.

2.4 RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADE ESPACIAL, PHILO, TRÍPLICE HÉLICE E GESTÃO DA INOVAÇÃO

A atividade espacial será fortalecida no Rio Grande do Norte com a PHiLO, pois integrará imediatamente as duas hélices aeroespaciais: UFRN (universidade) e CLBI/INPE/AEB (Governo). O sucesso da união dessas duas hélices provocará, por conseguinte, a atração da terceira hélice: as empresas.

A implementação da PHiLO contribuirá para o fortalecimento do CLBI como Instituição de Pesquisa Científica e Tecnológica e como Centro de Lançamento, no desenvolvimento das diversas atividades relativas à Gestão da Inovação, na implantação de laboratórios de alto valor tecnológico; na provável criação do Polo Aeroespacial; no desenvolvimento de novos materiais capazes de suportar altas acelerações, temperaturas, pressões e velocidades e, acima de tudo, lançamentos de cargas úteis e de nanossatélites produzidos principalmente pelo INPE (OLIVEIRA, 2015b).

3. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

A ferramenta utilizada para verificar como o ambiente externo influencia o CLBI foi a Análise Pestal. Essa análise foi construída a partir de informações intrinsecamente ligadas ao setor aeroespacial.

A Análise Pestal é utilizada para averiguar mudanças políticas, econômicas, socioculturais, tecnológicas, ambientais e legais. Essa análise possibilita ter a percepção macro das ameaças e das oportunidades externas a que instituições estão expostas, sendo amplamente utilizada para esse fim. Essa Análise Pestal refere-se ao setor aeroespacial brasileiro (BRASIL-DCTA-CLBI) e será detalhada a seguir:

ASPECTO “POLÍTICO”						
Situação Atual	Tendência			Consequências	Caracterização	
	Piorar	Manter	Melhorar		Oportunidade	Ameaça
Política Exterior tímida			X	Busca de diversos Acordos/parcerias com outros países. (1)	X	
Política nacional instável		X		Risco iminente de interrupção de Projetos de Pesquisas. (2)		X

- (1) O DCTA, atento às oportunidades que a tecnologia aeroespacial agrega aos países, busca constantemente celebrar acordos e parcerias em desenvolvimento de novas pesquisas. Por exemplo, o CLBI tem como cliente internacional a Agência Espacial Europeia (ESA), para a qual oferece serviços de telemetria e rastreamento dos veículos aeroespaciais de grande porte lançados a partir do Centro Espacial Guianês (CSG), como por exemplo, os veículos Ariane 5, Soyuz e Vega, em que arrecada recursos para o Brasil prestando serviços de alto valor agregado e, portanto, aprimora a reciprocidade tecnológica com esses países trazendo benefícios à sociedade na geração de negócios tecnológicos.
- (2) Com a aprovação da Emenda Constitucional nº 55/2016, que limita por 20 anos os gastos públicos, e complementada pela visão política equivocada quanto à Ciência e Tecnologia, o setor aeroespacial deverá sofrer cortes orçamentários.

ASPECTO “ECONÔMICO”						
Situação Atual	Tendência			Consequências	Caracterização	
	Piorar	Manter	Melhorar		Oportunidade	Ameaça
Panorama econômico nacional desfavorável	X			Recursos orçamentários e financeiros insuficientes (3)		X
Geração de Recursos para PD&I			x	Resultantes de Projetos inovadores. (4)	X	

(3) Ao longo dos últimos anos, o CLBI enfrenta um cenário de redução na descentralização creditícia, o que poderá afetar negativamente a manutenção da vida vegetativa, apesar dos ajustes administrativos realizados.

(4) Com a implantação de grandes projetos, como o da PHiLO, o CLBI poderá receber mais recursos de diversos Ministérios (Ministério da Defesa-MD; Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações-MCTIC).

ASPECTO “SOCIAL”						
Situação Atual	Tendência			Consequências	Caracterização	
	Piorar	Manter	Melhorar		Oportunidade	Ameaça
Política de pessoal e de gestão de recursos humanos insuficiente	X			Dificuldade de reposição de Pessoal. (5)		X
			X	Celebração de Acordos e ou Convênios. (6)	X	
Implantação do Centro Vocacional Tecnológico Espacial (CVT-E).			X	Iniciação científica aeroespacial. (7)	X	

(5) O fluxo de servidores da carreira de Ciência e Tecnologia (C&T) do CLBI se mostra deficitário quando se projeta o número de servidores que completará os requisitos para a aposentadoria e a média anual de ingressos nos últimos cinco anos.

(6) Possibilidade de parcerias com instituições públicas e/ou privadas em projetos de pesquisa e desenvolvimento (PD&I).

(7) A utilização CVT-E nas instalações do CLBI poderá ser um estimulador à formação e à capacitação dos especialistas necessários ao setor espacial brasileiro e promoverá a conscientização da opinião pública sobre a relevância do estudo, do uso e do desenvolvimento do setor espacial brasileiro.

ASPECTO “TECNOLÓGICO”						
Situação Atual	Tendência			Consequências	Caracterização	
	Piorar	Manter	Melhorar		Oportunidade	Ameaça
Desenvolvimento de novas tecnologias ainda incipiente.			X	Descoberta de novos materiais.(8)	X	
Capacitação insuficiente na área espacial.			X	Aproximação das Universidades com as ICT públicas.(9)	X	

- (8) Com o avanço das pesquisas pelas Universidades e Institutos de Pesquisas, a PHiLO propiciará o desenvolvimento de novos materiais e conhecimentos científicos.
- (9) Existe a perspectiva da criação de um curso de pós-graduação na área de Engenharia Aeroespacial na UFRN, cuja proposta de oferta já se encontra na CAPES para aprovação. A concretização da oferta do ensino em comento promoverá o desenvolvimento de competências na região e o estímulo do interesse pela área espacial, sendo proveitoso para o CLBI, que poderá ampliar a parceria já existente atualmente com a Universidade, mediante o envio de experimentos da Instituição nos lançamentos dos foguetes a serem lançados a partir do CLBI ou do CLA.

ASPECTO “AMBIENTAL”						
Situação Atual	Tendência			Consequências	Caracterização	
	Piorar	Manter	Melhorar		Oportunidade	Ameaça
Localização geográfica estratégica privilegiada		X		Formação de um Polo Aeroespacial Regional (9)	X	

- (9) O CLBI tem potencial para se tornar um eixo regional de pesquisas aeroespaciais no nordeste brasileiro, em razão de sua proximidade com as principais Universidades federais e institutos de pesquisa na região, como, por exemplo, a UFRN, o INPE, o IFRN, estando também localizado a menos de 300 km de distância de outras Universidades de alto conceito, tais como UFPB, UFCG e UFPE. Há a intenção de se criar um Pólo Aeroespacial Regional diante do ecossistema de inovação que surge. Vislumbrando esse fato, a Prefeitura de Parnamirim/RN criou um Conselho de Ciência e Tecnologia (C&T) para fomentar essa área.

ASPECTO “LEGAL”						
Situação Atual	Tendência			Consequências	Caracterização	
	Piorar	Manter	Melhorar		Oportunidade	Ameaça
Arcabouço legal, referente PD&I, em desenvolvimento.			X	Adequação da legislação interna com a legislação externa.(10)	X	
Existência de acordos ou convênios com diversas instituições.			X	Pesquisa básica e aplicada.(11)	X	

- (10) Necessidade de criação de novos procedimentos de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), contribuindo para a participação do CLBI como Instituição Científica e Tecnológica Pública (ICT pública), em conformidade com a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) e o Marco Legal da Inovação (Lei nº 13.243/2016 e Dec. 9.283/2018).
- (11) Com a diminuição do CLBI no cenário de grandes lançamentos, a pesquisa deverá ser o carro-chefe da instituição, ao lado das operações de rastreamento de veículos aeroespaciais.

4 CONCLUSÕES

Por meio desta pesquisa, foi possível identificar os principais benefícios técnico-científicos, sob enfoque do desenvolvimento tecnológico e de inovação, para todos os integrantes da provável Tríplice Hélice (Universidades, Governos e Empresas), pois o resultado “das interações entre universidade-indústria-governo é a chave para inovação, em sociedades cada vez mais baseadas no conhecimento” (D’ÁVILA, 2016 p. 29 apud ETZKOWITZ, 2009, p.1). Ademais, há um diferencial em destaque: o eixo Natal-Parnamirim/RN possui uma característica única no Brasil. Ele abriga uma renomada Universidade (UFRN), o INPE (CRN), uma célula da AEB e um Centro de Lançamento de Veículos Aeroespaciais (CLBI), o que - com o desenvolvimento da tecnologia aeroespacial advindo do uso da PHiLO - propiciará a atração e o desenvolvimento do terceiro integrante (Empresas).

Entretanto, há a necessidade de aprimoramento do arcabouço legal (Lei, Portarias, Procedimentos) e investimentos governamentais para a efetiva geração de desenvolvimento tecnológico e da inovação aeroespacial dentro de um ecossistema que auxilie na implementação dessa Plataforma.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal do Rio Grande do Norte e ao Centro de Lançamento da Barreira do Inferno pelo apoio.

REFERÊNCIAS

ALBINO, Jaqueline da Silva. **Marco Jurídico-Institucional para Gestão de Transferência e Tecnologia para os Núcleos de Inovação Tecnológica: Estudo de Caso da Universidade do Estado de Santa Catarina e Universidade do Estado de Mato Grosso**. Tese de doutorado. Florianópolis SC, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/176706/347867.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 04 jul. 2018

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação. Agência Espacial Brasileira. **Relatório de gestão do exercício de 2015**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/Relatório-de-Gestão-de-2015_AEB.pdf> Acesso em: 04 jul. 2018.

CARVALHO, Manoel J. M. de; JOTHA, Lucio dos S; LIMA, Jeanne Samara dos S; BIONDI, Rafael B.; AQUINO Pedro S. de; et LIMA, Davi das N. de A. **Estudo de Estratégias de Mitigação de Detritos Espaciais para uma Constelação de Nano Satélites de Coleta de Dados Ambientais**. Artigo aceito no 16th ISU Annual International Symposium em 2012 (Equipe CONASAT). 2012. Disponível em: <<http://www.crn2.inpe.br/conasat1/docprojeto.php>> Acesso em: 28 dez. 2017.

D’AVILA, Jones Costa. **Fatores que influenciam o desenvolvimento de inovação sob a luz da teoria da Tríplice Hélice**. Dissertação de Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação. Araranguá SC, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/167598/340393.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 04 jul. 2018.

ERENO, Dinorah. **PEQUENOS GANHAM O ESPAÇO: Nanossatélites são lançados em missões de coletas de dados que vão do monitoramento ambiental a testes de sistemas biológicos**. Revista PESQUISA FAPESP 219. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2014/05/15/pequenos-ganham-o-espaco/>> Acesso em: 22 maio. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Comunicados do IPEA: Desafios e oportunidades para uma indústria espacial emergente - o caso do Brasil**. Julho 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/120711_comunica_doipea0153.pdf> Acesso em: 10 jul. 2018.

OLIVEIRA, Antônio Carlos de. **I Workshop do Projeto Plataforma hipersônica de Lançamento Orbital**. Junho 2015a. São José dos Campos. IEAv, DCTA.

OLIVEIRA, Antônio Carlos de. **PHilo - Plataforma Hipersônica de Lançamento Orbital**. V Fórum de Pesquisa e Inovação do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno. Parnamirim RN. CLBI. Outubro 2015b. Disponível em: <<https://pi.clbi.cta.br/fopi/anais-3/>> Acesso em: 04 jul. 2018.