A INOVAÇÃO AEROESPACIAL NA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA NA CONSTRUÇÃO DA VISÃO 2030

Victor Rafael Rezende Celestino
Departamento de Administração
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas
Universidade de Brasília
Campus Darcy Ribeiro, Brasília/DF, Tel.: (61) 3107-0831, Email: vrcelestino@unb.br

Inez Lopes Matos Carneiro de Farias
Faculdade de Direito
Universidade de Brasília
Campus Darcy Ribeiro, Brasília/DF, Tel.: (61) 3107-0707, Email: inezlopes@unb.br

Luiz Guilherme de Oliveira
Faculdade de Planaltina
Universidade de Brasília
Campus de Planaltina, Brasília/DF, Tel.: (61) 3107-8005. Email: lgoliveira@unb.br

RESUMO:

A inovação aeroespacial possui aspectos que a torna bastante peculiar. O objetivo deste trabalho é investigar a inovação aeroespacial, a partir de uma revisão sistemática da literatura para a construção de uma visão prospectiva do papel que a Universidade de Brasília (UnB) pode ocupar nos próximos 10 anos até 2030. Conclui-se que a pesquisa aeroespacial na UnB deverá ser apoiada por uma cooperação da tripla hélice. A UnB e as empresas devem buscar as melhores práticas identificadas e o governo deve propiciar uma infraestrutura mínima necessária para a inovação aeroespacial. A visão 2030 é da UnB como um centro multiplicador de inovação no DF.

Palavras-chave: Pesquisa, Inovação, Aeroespacial, Governança, Desenvolvimento Regional.

ABSTRACT

Aerospace innovation has aspects that make it quite unique. This paper aims to investigate aerospace innovation from a systematic literature review, building up a perspective view of the role that the University of Brasilia (UnB) may play in the next ten years until 2030. The outcome shows that the aerospace research at UnB shall be supported by triple propeller cooperation. While UnB and companies shall pursue the best identifiable practices; the government shall provide the minimum infrastructure needed for aerospace innovation. The 2030 Vision of UnB is of a hub for aerospace innovation in the Federal District (FD).

Keywords: Research, Innovation, Aerospace, Governance, Regional Development.

1. INTRODUÇÃO

Os níveis de investimento em ciência, tecnologia e inovação de um país determinam o grau civilizatório de desenvolvimento humano. A educação é o alicerce para a inovação e, igualmente, para o crescimento socioeconômico sustentável de uma nação. Não há inovação sem educação de qualidade.

Atualmente, o Brasil se mantém entre as dez maiores economias do mundo. Ocupa a 9ª posição em PIB nominal e a 8ª colocação em PIB por Paridade de Poder de Compra (PPC), de acordo com o relatório anual do Fundo Monetário Internacional - FMI (STATISTICS TIMES, 2018). Entretanto, em termos de competitividade, o Brasil ocupa o 59º lugar entre 63 países avaliados pelo *IMD World Competitiveness Rankings* (CABOLIS, 2019). Os resultados antecipados de 2019 mostram, ainda, que a América Latina ocupa a última posição em competitividade regional (2013-2018). O Brasil é a maior economia da região, seguida por México, Colômbia e Chile e é um importante *global player* para o desenvolvimento socioeconômico da região.

A infraestrutura, incluindo a científica, é um dos quatro principais fatores para a competitividade, além da *perfomance* econômica, eficiência governamental e de negócios. O investimento na infraestrutura científica pode contribuir significativamente para reverter o atual quadro.

A infraestrutura de pesquisa, tecnológica e de inovação depende de instalações físicas, equipamento, manutenção e insumos. Um estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) revela que as instalações físicas necessitam de investimentos para melhor adequação aos serviços de produção do conhecimento (DE NEGRI; SQUEF, 2014). Além disso, há necessidade de formação de novos pesquisadores, uma vez que o atual número de pesquisadores ainda é pouco adequado às demandas na produção do conhecimento (DE NEGRI; SQUEF, 2014).

Em particular, a capacitação de pessoas para atuar no setor aeroespacial é uma ferramenta para a produção de pesquisas de qualidade e para a inovação tecnológica. Quanto maior for a taxa de investimentos em infraestrutura para ciência, tecnologia e inovação no setor aeroespacial, melhores serão os resultados na produção do conhecimento e da inovação. Mas, mais do que isso, a modernização de centros de pesquisa contribui na geração de riquezas, de empregos e no desenvolvimento socioambiental sustentável.

Assim, o objetivo deste trabalho é investigar a inovação aeroespacial, a partir de uma revisão sistemática dos ecossistemas, interno e externo, visando a construção de uma visão prospectiva do papel que a Universidade de Brasília (UnB) pode ocupar nos próximos 10 anos até 2030.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Conceituação de Inovação Aeroespacial

A Lei nº 10.973/2004, com redação alterada pela Lei nº 13.243/2016, define inovação como a introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social, que resulte em novos produtos, serviços ou processos, ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente, que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho (Artigo 2º, IV).

É importante ter claro, contudo, que a inovação para o setor aeroespacial possui uma série de aspectos que a torna bastante peculiar. Deve-se destacar que se trata de um setor caracterizado por produtos e serviços complexos (Hobday, 2003; Oliveira, 2009). Isto torna o processo de desenvolvimento e design distinto de outros setores tecnológicos. Neste setor, são considerados fatores relacionados com: i) característica do produto; ii) característica de produção; iii) processos inovativos; iv) estratégia competitiva - coordenação da inovação; v) coordenação e evolução industrial; e vi)

características do mercado. Todos estes fatores estão fortemente presentes e fazem com que a inovação aeroespacial possua características bastante únicas, levando a um desenho customizado da cadeia de produção e sua eventual internacionalização (OLIVEIRA, 2005; MARQUES; OLIVEIRA, 2009).

A peculiaridade da inovação aeroespacial está associada a altos custos e riscos. Uma das formas de justificar e viabilizar esses investimentos é a consideração da transferência de tecnologia do setor aeroespacial para outros setores tecnológicos. Uma revisão sistemática da literatura evidenciou a transferência de tecnologia aeroespacial (VENTURINI; VERBANO, 2014). Essas transferências de tecnologia do setor aeroespacial estimulam a inovação e o desenvolvimento socioeconômico regional, proporcionando retorno do investimento público em pesquisa.

Outra estratégia para viabilizar a inovação aeroespacial tem sido o fomento à inovação aberta. Uma inovação aberta consiste em uma integração sistemática de práticas colaborativas de criação e divulgação na estratégia organizacional (ARMELLINI et al, 2014). Quando aplicada a um cluster de pesquisa e inovação aeroespacial, esta permite um fluxo acelerado do conhecimento aplicado.

2.2. Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação

Para viabilizar uma infraestrutura, um sistema normativo adequado à dinâmica do setor produtivo no conhecimento nas áreas de ciência, tecnologia e inovação é crucial para fomentar políticas públicas para o desenvolvimento econômico e social no Brasil. Em 2015, a Emenda Constitucional nº 85 (EC n. 85/2015), altera e adiciona dispositivos para inserir a inovação juntamente com ciência e tecnologia.

A emenda da inovação trouxe reformulações para o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação no tripé ciência, tecnologia e inovação, com a participação de múltiplos *stakerholders*, tanto públicos quanto privados, nas diversas esferas de governo, podendo os entes firmar instrumentos de cooperação. Além disso, esta mudança buscou promover a "desconcentração e descentralização de poderes para fins da densificação regulamentar local e regional do sistema" (PRETE, 2018, p. 108), conforme dispõem os artigos 218 e 219, 219-A e 219-B.

O desenvolvimento de políticas públicas de apoio à inovação no Brasil teve início com a adoção da Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, que registra o marco legal para a adoção de medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação e ao alcance da autonomia tecnológica. Inicialmente a lei tinha como destino o desenvolvimento industrial do país.

Esta lei foi modificada pela Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, incluindo estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação, para adequá-la às reformas constitucionais nos termos dos artigos alterados pela EC n. 85/2015 (alteração dos artigos 23, 24, 167, 200, 213, 219 e 219-A).

Nesse contexto, as políticas de inovação "estiveram centradas no estímulo à interação universidade-empresa e na ampliação dos instrumentos de financiamento à inovação das empresas, principalmente às atividades de P&D (pesquisa e desenvolvimento)" (SZAPIRO et al, 2016). A crítica à Lei nº 10.973/2004 – não obstante seu caráter normativo, é que não conseguiu determinar uma mudança de prática social, de forma que o objetivo esperado, à época, que era o de que o núcleo de inovação tecnológica (NIT) garantisse a centralização das informações sobre os processos de geração de conhecimento, não logrou êxito (ARAÚJO, 2018, p. 76).

O Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, com as alterações em 2016, estabelece como princípios norteadores: desenvolvimento socioeconômico; redução das desigualdades regionais; cooperação e interação entre os entes públicos, entre os setores público e privado e entre empresas; competitividade empresarial nos mercados nacional e internacional; estímulo à atividade de inovação nas Instituições Científica, Tecnológica e de Inovação (ICTs) e nas empresas, inclusive para a atração, a constituição e a instalação de centros de pesquisa, desenvolvimento e inovação e de parques e polos tecnológicos; facilitação na transferência de tecnologia, facultando à ICT pública celebrar contrato de transferência de tecnologia e de

licenciamento para outorga de direito de uso ou de exploração de criação por ela desenvolvida, isoladamente ou por meio de parceria; formação contínua e capacitação científica e tecnológica; e simplificação de procedimentos para gestão de projetos.

No contexto do atual marco regulatório, o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) é considerado o eixo estruturante para a promoção da inovação por meio do desenvolvimento científico e tecnológico. O Sumário Executivo da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI 2016-2022), do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), propõe uma mudança de paradigma de inovação colaborativa entre universidades e empresas e a interação com os diferentes componentes do SNCTI.

O setor aeroespacial é considerado uma área estratégica, entre outras, para o desenvolvimento do Brasil. Desse modo, observa-se que o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação e a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação estão alinhadas com a promoção de políticas públicas que desenvolvam pesquisas em atividades aeroespaciais, colocando o Brasil entre os grandes centros de estudos.

2.3. Fomento à Pesquisa Aeroespacial no Distrito Federal (DF)

A Universidade de Brasília (UnB) está situada no Distrito Federal (DF), onde existe um fértil ecossistema de inovação.

No DF, cabe à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI) - http://www.secti.df.gov.br/ - promover o desenvolvimento científico e tecnológico em setores estratégicos criando condições para facilitar e alavancar iniciativas inovadoras baseadas em novos conhecimentos, visando o progresso do Distrito Federal.

Para isso, a SECTI conta com a Fundação de Apoio à Pesquisa (FAPDF) - http://www.fap.df.gov.br/. A FAPDF possui disponibilidade de recursos para apoiar o ecossistema de pesquisa e inovação aeroespacial no DF. A tabela 1 apresenta um balanço dos investimentos da FAPDF na pesquisa, nos últimos cinco anos (2015-2019).

Tabela 1: Orçamento e Despesas da FAPDF na pesquisa, em milhões de R$ (2015-2019)

Exercício	*LOA*	*Empenho*	*%*
2015	156,18	68,60	44
2016	216,09	93,00	43
2017	268,18	83,03	31
2018	317,32	48,66	15
2019	366,35	19,06	5

3. METODOLOGIA

Seguindo um enfoque baseado em evidências, o conhecimento científico neste trabalho foi sintetizado por meio da revisão sistemática da literatura (TRANFIELD et al, 2003). Aqui foram conduzidos dois estudos de revisão integrativa (SOARES et al., 2014; SOUZA et al, 2010; WHITTEMORE; KNAFL, 2005) para a construção de uma visão prospectiva da inovação aeroespacial na UnB nos próximos 10 anos (visão 2030).

Para o trabalho de revisão sistemática, adotou-se o protocolo PRISMA – *preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses* (LIBERATI et al., 2009; MOHER et al., 2015; SHAMSEER et al., 2015). Na aplicação do PRISMA, o padrão usualmente adotado é o PICO – *population, intervention, comparison, outcome* (população, intervenção/efeito, comparação, resultado).

No primeiro estudo, foi avaliada a pesquisa aeroespacial na Universidade de Brasília (UnB), nos últimos 10 anos (2010-2019). Para isso, foi realizada uma busca na biblioteca digital de trabalhos de conclusão de cursos de graduação e especialização (TCC) - http://bdm.unb.br/ - e no repositório de dissertações e teses - http://repositorio.unb.br/.

Já no segundo estudo, sobre a publicação acadêmica global em pesquisa aeroespacial, considerou-se quatro bases de dados: *Scopus* (incluindo *ScienceDirect*), *Web of Science* – WoS e *Scielo Citation Index* (incluída na WoS). A justificativa da escolha destas bases está na relevância e abrangência para o estudo.

Como critério de inclusão no primeiro estudo, decidiu-se por TCCs, dissertações ou teses, defendidos entre 2010-2019, contendo, no título ou assunto, pelo menos um de 27 termos: aéreo(a); aeroacústica; aeroespacial(is); aerogeofísica; aerolevantamento; aeronave; aeronáutico(a); aeroporto; aeroportuário(a); ANAC; astrofísica; aviação; avião; cosmologia; *cubesat*; *drone*; foguete; helicóptero; ICAO ou OACI; lançador; lixo espacial; propulsão; propulsor; satélite; UNOOSA; ou VANT.

No segundo estudo, foram incluídos somente artigos científicos (*articles*), contendo os termos *aerospace* e *innovation* próximos um do outro, no título, no resumo, ou nas palavras-chave, publicados entre 2010-2019, nas bases de dados selecionadas, em português, espanhol e/ou inglês.

Como critérios de exclusão, a partir da análise de títulos, resumos e palavras-chave, foram excluídos estudos que não estavam relacionados diretamente à inovação aeroespacial, com base no padrão PICO.

Aqui optou-se por assegurar a qualidade dos artigos incluídos para evitar o risco de viés de estudos individuais, por meio de três filtros: 1) artigos que já passaram por filtro editorial (revisados por pares e disponíveis em bases de dados consagradas); 2) artigos publicados nos últimos dez anos; 3) impacto do periódico da publicação.

Após a busca e seleção, com base nos critérios de inclusão e exclusão definidos, os textos integrais foram recuperados e analisados. O procedimento de busca, seleção e análise foi realizado pelos autores. O primeiro autor realizou o processo completo, enquanto os demais verificaram o processo por amostragem. Ao final, buscou-se a concordância e o consenso.

Para o mapeamento proposto na síntese de uma revisão sistemática (BORREGO et al., 2014), empregou-se um método qualitativo de análise temática (FLICK, 2014). Para cada categoria temática, é apresentada uma síntese individualiza dos artigos. Além disso, buscou-se uma síntese conjunta na discussão (BORREGO et al., 2014).

4. RESULTADOS

4.1. Primeiro Estudo: Pesquisa Aeroespacial na UnB

Pesquisas relacionadas ao tema aeroespacial ocorrem na Universidade de Brasília (UnB) desde sua fundação em 1962.

Nos últimos 10 anos (2010-2019), foi possível identificar um total de 399 trabalhos (257 TCCs, 111 dissertações e 31 teses), com participação de 252 professores entre orientadores e coorientadores. A tabela 2 apresenta os 10 professores, ainda vinculados à UnB, com maior número de orientações.

Tabela 2: Professores da UnB - orientações na pesquisa aeroespacial (2010-2019)

Professor	*UnB*	*Total*
Weigang, Li	IE	14
Miserda, Roberto F.B.	FT	13
Shynkarenko, Olexiy	FGA	10
Fortes, José Augusto A.S.	FT	9
Barcelos Jr, Manuel N.D.	FGA	9
Borges, Renato Alves	FT	8
Aragão, Joaquim J.G. de	FT	8
Veras, Carlos A. Gurgel	FT	7
Borges, Geovany Araújo	FT	6
Carneiro, Sérgio H.S.	FGA	6

Desde 2012, a UnB oferece a graduação em Engenharia Aeroespacial na Faculdade do Gama (https://fga.unb.br/aeroespacial). Este curso vem liderando o ensino, a pesquisa e a extensão na área aeroespacial na UnB. Entre as iniciativas relevantes, cita-se o Encontro Regional Aeroespacial (ERA), realizado em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB), e o lançamento do foguete protótipo Hermes.

Logo após a criação do curso de engenharia aeroespacial, diversos professores da UnB buscaram organizar o Laboratório de Aplicação e Inovação em Ciências Aeroespaciais (LAICA), que já tem publicações internacionais (DE MELO et al, 2019; SILVA et al, 2019).

Mais recentemente em 2019, o Decanato de Pesquisa e Inovação (DPI) decidiu pela

constituição de uma comissão para a criação do Centro de Pesquisa e Inovação Aeroespacial (CEPINAE) da UnB, com a missão de explicitar, harmonizar, integrar e institucionalizar o ecossistema de pesquisa e inovação aeroespacial na Universidade de Brasília.

O CEPINAE está sendo criado dentro do Parque Tecnológico da UnB - PCTec (http://www.pctec.unb.br/), instituído em 2013, cujo papel é desenvolver e gerar conhecimentos, produtos e serviços tecnológicos, para atender ao mercado, em parceria com instituições e empresas públicas e privadas, nacionais e internacionais, promovendo o desenvolvimento socioeconômico.

A criação do CEPINAE contribuirá para uma gestão adequada e coordenada das diversas pesquisas que vem se desenvolvendo em áreas afins ao conhecimento aeroespacial. Além disso, esta presença e atuação da Universidade de Brasília pode contribuir como indutor e catalisador da inovação e do desenvolvimento socioeconômico do Distrito Federal.

4.2. Segundo Estudo: Pesquisa Aeroespacial Global

No segundo estudo, foram identificados 48 artigos nas bases de dados citadas, nesta revisão sistemática da pesquisa aeroespacial a nível global. Somente um artigo foi repetido. A partir dos critérios de inclusão e exclusão, 22 artigos foram selecionados. Destes, mais um artigo foi excluído, em função da ausência de classificação de impacto do periódico. Os 21 artigos remanescentes foram divididos em quatro grupos temáticos e são analisados a seguir. Os dados estão nas tabelas 3 e 4 no final do artigo.

4.2.1. Contribuição ao Desenvolvimento Socioeconômico

Kojima et al (2018) discutem como o escritório das nações unidas para assuntos do espaço exterior (United Nations Office for Outer Space Affairs - UNOOSA) endereça o futuro das atividades especiais e seu papel no desenvolvimento. Em particular, em seu foco de acesso ao espaço, discute a educação espacial e o acesso a dados, tecnologias e instalações para a pesquisa espacial.

Varese e Cane (2017) discutem como estratégias de inovação alimentares podem emergir da pesquisa sobre desenvolvimento e logística da alimentação de astronautas.

4.2.2. Aprendizado em Inovação de Outros Setores

Coste e Gatzke (2017) propõem um novo enfoque para plataformas de inovação, com trabalho em simbiose entre um espaço interno a uma organização, fomentando a inovação incremental, e um espaço externo para a inovação disruptiva em uma rede de inovação, composta por universidades, outras indústrias, *start-ups* e o público em geral.

Leung (2010) discute a evolução da gestão da pesquisa e inovação, em termos de novos enfoques, técnicas, modelos e ferramentas. A autora relata seis perspectivas discutidas em conferência especializada, incluindo a gestão da pesquisa e inovação no setor aeroespacial. A autora identifica pontos convergentes em termos das tendências globais que afetam a operação de organizações de pesquisa e inovação. Entre estas, destaca a necessidade de adaptação dos modelos de negócios à nova economia, o trabalho em parcerias por meio de um ambiente de inovação aberta, e a diversidade de equipes globalizadas de pesquisa e inovação.

Ritala et al (2013) exploram os mecanismos (tangíveis e intangíveis) e estruturas utilizados por organizações líderes no setor aeroespacial e tecnológico, os quais podem facilitar a criação de valor e sua captura em ecossistemas de inovação.

4.2.3. Cooperação e Sinergia na Inovação Aeroespacial

Alberti e Pizzurno (2015) analisaram o papel do cluster de inovação em termos de conhecimentos compartilhados e papéis dos atores. Foram evidenciadas trocas tecnológicas mais abertas que o compartilhamento de mercado e gestão da inovação. Os autores sugerem que diferentes atores no cluster (empresas grandes, médias, pequenas, centros de pesquisa, universidades e instituições para o fomento da

colaboração) desempenham papéis diferentes em uma rede de inovação.

Alberti e Pizzurno (2017) avaliam o impacto do vazamento do conhecimento desenvolvido por startups em uma rede de inovação. O estudo indica a necessidade de uma governança apropriada em uma rede de inovação.

Armellini et al (2014) investiga a inovação aberta na indústria aeroespacial brasileira. Os autores encontram elementos de inovação aberta, porém, sem estratégias de suporte. Deficiências de fomento, maturidade de pesquisa e proteção à propriedade intelectual são identificadas.

Arnaldo Valdes et al (2019) discutem desafios da inovação aeroespacial quanto à sustentabilidade e ao desempenho em um ambiente tecnológico em rápida evolução. Os autores analisaram a estrutura das redes de inovação por meio de dois enfoques, uma análise bibliométrica de redes para mapear a colaboração na pesquisa aeroespacial e uma análise de patentes para avaliar a inovação no setor. Os autores propõem recomendações para políticas futuras de pesquisa e inovação aeroespacial com uma visão prospectiva de 30 anos até 2050.

Brandão Neto e Oliveira (2010) discutem a indústria aeroespacial brasileira e seu contexto da inovação tecnológica. Os autores exploram o efeito da interação da tripla hélice (governo, empresas e instituições de pesquisa), em um processo de inovação cumulativa, e da prospecção tecnológica (*technological foresight*) na governança do ecossistema de inovação.

Braziotis et al (2017) discutem como a indústria aeroespacial pode compartilhar riscos e recompensas por meio do paradigma da empresa estendida, o qual vem sendo adotado para aprimorar colaboração e inovação entre parceiros de uma cadeia logística aeroespacial.

Cerezo-Navaez et al (2019) analisam as oportunidades para as pequenas e médias empresas (PMEs) na indústria aeroespacial, sugerindo como gerir pesquisa e inovação no atual contexto da indústria 4.0 (I4.0).

Dewes et al (2010) apresentam a inovação no desenvolvimento de competência tecnológica no setor aeroespacial, por meio de uma rede de universidades e centros de pesquisa, empresas e o governo (tripla hélice). Os autores sugerem a inovação aberta como alternativa para melhorar a competitividade do setor.

Dewes et al (2015) identificam, comparam e discutem o papel do governo na inovação aeroespacial, por meio de uma comparação entre políticas públicas para fomentar a inovação aeroespacial, no Brasil e na Holanda. Os resultados indicaram, no caso holandês, a relevância do papel de comitês formados por representantes do governo, indústria e pesquisadores (tripla hélice), os quais buscam alinhar a pesquisa às necessidades de inovação das empresas. No Brasil, apesar da lei de inovação (Lei 10.973/2004) ter sido promulgada com o objetivo de fomentar semelhante colaboração da tripla hélice, os relacionamentos ainda são, em sua maioria, informais e incipientes. Os autores concluem que é necessário fomentar o aumento de atividades colaborativas entre universidades, empresas e o governo para melhorar a pesquisa e inovação aeroespacial brasileira.

Gao et al (2015) discutem o papel do padrão sinérgico de pesquisa no sucesso recente das iniciativas chinesas. Segundo os autores, a inovação sinérgica estrutura-se nos pilares de originalidade, integração e orientação para a aplicação. Os autores propõem ainda um método multicritérios para enfatizar os diferentes níveis de organização da inovação.

Jackson e Haulbelt (2017) descrevem uma cultura de inovação resiliente em uma empresa aeroespacial norte-americana, de forma a endereçar uma ampla gama de tecnologias. O modelo de inovação adaptativa incorpora múltiplas informações: parcerias com clientes; pesquisa transformacional; monitoramento tecnológico global; investimentos de risco; e desafios abertos à comunidade.

McGuire e Islam (2015) investiga se países emergentes estão desenvolvendo capacidade tecnológica aeroespacial, posterior a realização de investimentos externos diretos e de programas de contrapartidas (*offset*) para viabilizar o ingresso na cadeia produtiva aeroespacial global. O estudo avaliou dados de patentes da base de dados *Thomson Innovation*, demonstrando um grande avanço da China na capacidade de inovação aeroespacial. Os resultados mostram, contudo, maior sucesso de novas empresas entrantes europeias e norte-americanas. Isto sugere que a complexidade da inovação aeroespacial continua sendo uma barreira relevante, a qual necessita, para ser ultrapassada,

de foco dos países emergentes em políticas públicas efetivas e empresas âncoras equipadas com substancial infraestrutura de inovação.

Terrile (2011) discute os empecilhos à inovação aeroespacial resultantes da natureza inerentemente conservadora do setor, em função dos custos e riscos envolvidos. O autor conclui que há lições importantes que podem ser aplicadas no tema aeroespacial, a partir do benchmarking de melhores práticas inovadoras. Além disso, o autor incentiva aplicações multidisciplinares e multi-usuários e enumera três pontos a serem perseguidos: introjeção da inovação na organização; adaptação da inovação à cultura organizacional; e criação de oportunidades e de um ambiente inovador.

Zeng et al (2017) analisam o caso de uma empresa aeroespacial chinesa na gestão de paradoxos na exploração da inovação, entre uma atitude de exploração de retornos financeiros ou de um ecossistema sustentável de inovação. Os autores indicam que empresas que atuam na inovação em nichos tecnológicos, como o caso da pesquisa aeroespacial, devem desenvolver capacidades estruturais, contextuais e de coordenação para lidar simultaneamente com ambas as explorações ("ambidestras"). Neste sentido, proveem um guia para estabelecer duplas estratégias de inovação, no sentido de fortalecer a co-criação e a colaboração, tanto interna como externa com o ecossistema.

4.2.4. Soluções Inovadoras

Pelicioni et al (2018) analisaram tendências de inovação aeroespacial por meio de uma análise bibliométrica, no período de 2008 a 2015. Da análise de patentes, os resultados indicaram o foco em nanosatélites e lançadores.

Silva et al (2019) descreve o desenvolvimento de uma bancada de testes de nanossatélites. Esta foi projetada no Laboratório de Aplicação e Inovação em Ciências Aeroespaciais (LAICA), visando a simulação no solo de condições do ambiente espacial.

5. DISCUSSÃO: PESQUISA AEROESPACIAL SUSTENTÁVEL NA UNB – VISÃO 2030

Os achados deste trabalho evidenciam como a inovação aeroespacial deve ser construída, a partir de uma revisão da literatura científica. Destes pode-se construir uma visão para uma pesquisa aeroespacial sustentável na UnB nos próximos dez anos até 2030.

Primeiramente, esta pesquisa na UnB terá efeitos no desenvolvimento socioeconômico regional, com impactos na educação e saúde. De forma similar, as trocas sinérgicas com outros setores permitirão acelerar a inovação em todo o ecossistema regional.

A pesquisa aeroespacial na UnB deverá ser apoiada por algumas medidas mais focadas. Será preciso alavancar o papel de cooperação da tripla hélice (universidade, empresas e governo). A UnB e as empresas devem buscar as melhores práticas de gestão da inovação e ao governo caberá um papel essencial de propiciar a infraestrutura mínima para viabilizar a superação de barreiras de entrada do ecossistema de inovação aeroespacial.

Desta forma, a visão 2030 é da UnB como um centro multiplicador de inovação no DF

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias aeroespaciais contribuem para a realização da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Entre os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), as atividades aeroespaciais podem: ajudar a monitorar as mudanças climáticas (ODS 13); aumentar a eficiência para acabar com a fome (ODS 2); implantar a telemedicina em áreas remotas (ODS 3); e aumentar o número de mulheres na indústria aeroespacial (SG 5).

Os ODS 17 objetivam fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global, melhorando a cooperação internacional e o acesso à ciência, tecnologia e inovação. Destaca-se a importância de uma parceria global (SDG 17), com participação conjunta dos stakeholders envolvidos na indústria aeroespacial (SDG 17.16), por meio de cooperação técnica e científica entre os países.

7. REFERÊNCIAS

ALBERTI, F. G.; PIZZURNO, E. Knowledge exchanges in innovation networks: evidences from an Italian aerospace cluster. **Competitiveness Review,** v. 25, n. 3, p. 258-287, 2015.

_____. Oops, I did it again! Knowledge leaks in open innovation networks with start-ups. **European Journal of Innovation Management,** v. 20, n. 1, p. 50-79, 2017.

ARAÚJO, T. S. de. O Protagonismo das Fundações de Apoio na Cadeia de Ciência, Tecnologia e Inovação o e seus Desafios para uma Regulamentação Jurídica Adequada. In: SOARES, F. de M. e PRETE, E. K. E. (Ed.). **Marco regulatório em ciência, tecnologia e inovação: texto e contexto da Lei nº 13.243/2016**. Belo Horizonte: Arraes Editores, 2018. p.76.

ARMELLINI, F.; KAMINSKI, P. C.; BEAUDRY, C. The Open Innovation Journey in Emerging Economies: An Analysis of the Brazilian Aerospace Industry. **Journal of Aerospace Technology and Management,** v. 6, n. 4, p. 462-474, 2014.

ARNALDO VALDÉS, R. M.; BURMAOGLU, S.; TUCCI, V. A. Flight path 2050 and ACARE goals for maintaining and extending industrial leadership in aviation: A map of the aviation technology space. **Sustainability (Switzerland),** v. 11, n. 7, p. 2065, 2019.

BORREGO, M.; FOSTER, M. J.; FROYD, J. E. Systematic Literature Reviews in Engineering Education and Other Developing Interdisciplinary Fields. **Journal of Engineering Education,** v. 103, n. 1, p. 45-76, 2014.

BRANDÃO NETO, N.; OLIVEIRA, L. H. D. de. Proposta de um método para uma atuação pró-ativa na gestão da inovação tecnológica em uma instituição pública de pesquisa aeroespacial. **Journal of Aerospace Technology and Management,** v. 2, n. 2, p. 237-246, 2010.

BRAZIOTIS, C.; TANNOCK, J. D. T.; BOURLAKIS, M. Strategic and operational considerations for the Extended Enterprise: insights from the aerospace industry. **Production Planning & Control,** v. 28, n. 4, p. 267-280, 2016.

CABOLIS, C. In Anticipation of the 2019 IMD World Competitiveness Yearbook, 2019. Disponível em: https://www.imd.org/research-knowledge/articles/com-may-2019/. Acesso em: 25 jul. 2019.

CEREZO-NARVÁEZ, A. et al. Standardizing Innovation Management: An Opportunity for SMEs in the Aerospace Industry. **Processes,** v. 7, n. 5, p. 282, 2019.

COSTE, J.-D.; GATZKE, S. A Novel Approach to Innovation Platforms: Symbiotic On/Off Spaces, Cross-Industry Sponsor. **New Space,** v. 5, n. 3, p. 155-162, 2017.

DE MELO, A. C. C. P. et al. Design Analysis of a New On-Board Computer for the LAICAnSat Platform. In: **2019 IEEE Aerospace Conference**. IEEE, 2019. p. 1-8.

DE NEGRI, F.; SQUEF, F. de H. S. **Infraestrutura científica e tecnológica no Brasil**: análises preliminares, Nota Técnica nº 21, Brasília: IPEA, 2014.

DEWES, M. D. F.; DALMARCO, G.; PADULA, A. D. Innovation policies in Brazilian and Dutch aerospace industries: How sectors driven by national procurement are influenced by its S&T environment. **Space Policy,** v. 34, p. 32-38, 2015.

DEWES, M. D. F.; GONÇALEZ, O. L.; PÁSSARO, A. Open innovation as an alternative for strategic development in the aerospace industry in Brazil. **Journal of Aerospace Technology and Management,** v. 2, n. 3, p. 349-360, 2010.

FLICK, U. **An introduction to qualitative research**. 5. Los Angeles: SAGE, 2014.

GAO, P. et al. Unraveling the technological innovation pattern of China's aerospace: synergy innovation. **Chinese Management Studies,** v. 9, n. 4, p. 501-527, 2015.

JACKSON, K.; HAUBELT, L. Adaptive Innovation. **Research-Technology Management,** v. 60, n. 6, p. 36-41, 2017.

KOJIMA, A.; YÁRNOZ, D. G.; DI PIPPO, S. Access to space: A new approach by the united nations office for outer space affairs. **Acta Astronautica,** v. 152, p. 201-207, 2018.

LEUNG, F. New paradigms for the future: keynote perspectives from The R&D Management Conference 2008. **R&D Management,** v. 40, n. 1, p. 4-9, 2009.

LIBERATI, A. et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **Annals of Internal Medicine,** v. 151, n. 4, p. W65-W94, Aug 2009.

MARQUES, R. A.; OLIVEIRA, L. G. de. Sectoral system of innovation in Brazil: reflections about the accumulation of technological capabilities in the aeronautic sector. In: MALERBA, F.; MANI, S. (Ed.). **Sectoral systems of innovation and production in developing countries**: actors, structure and evolution. Edward Elgar Publishing, p. 156-206, 2009.

MCGUIRE, S.; ISLAM, N. Indigenous technological capabilities, emerging market firms and the aerospace industry. **Technology Analysis & Strategic Management,** v. 27, n. 7, p. 739-758, 2014.

HOBDAY, M. The business of systems integration. London, UK. Oxford University Press, 2003.

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Syst Rev,** v. 4, n. 2, p. 1, Jan 1 2015.

OLIVEIRA, L. G. de. **A Cadeia de Produção Aeronáutica no Brasil: uma análise sobre os fornecedores da Embraer**. 2005. 246p. Tese (doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

_____. O desenvolvimento de projetos de sistemas complexos na indústria aeronáutica: o caso de gestão integrada aplicada ao programa Embraer 170. **CADERNOS EBAPE.BR (FGV)**, v. 7, p. 19-33, 2009

PELICIONI, L. C. et al. Application of a Bibliometric Tool for Studying Space Technology Trends. **Journal of Aerospace Technology and Management,** v. 10, 2018.

PRETE, E. K. E. Considerações para uma Abordagem Sistemática da Emenda Constitucional 85 de 2015. In: SOARES, F. de M. e PRETE, E. K. E. (Ed.). **Marco regulatório em ciência, tecnologia e inovação: texto e contexto da Lei nº 13.243/2016**. Belo Horizonte: Arraes Editores, 2018. p.108.

RITALA, P. et al. Value creation and capture mechanisms in innovation ecosystems: a comparative case study. **International Journal of Technology Management,** v. 63, n. 3/4, p. 244, 2013.

SHAMSEER, L. et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. **BMJ,** v. 350, n. jan02 1, p. g7647, Jan 2 2015.

SILVA, R. C. D. da et al. Tabletop Testbed for Attitude Determination and Control of Nanosatellites. **Journal of Aerospace Engineering,** v. 32, n. 1, p. 04018122, 2019.

SOARES, C. B. et al. Integrative review: concepts and methods used in nursing. **Revista da Escola de Enfermagem da USP,** v. 48, n. 2, p. 335-345, 04 2014.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Integrative review: what is it? How to do it? **Einstein (Sao Paulo),** v. 8, n. 1, p. 102-6, Mar 2010.

STATISTICS TIMES. **GDP Indicators**, 2018. Disponível em: http://statisticstimes.com/economy/gdp-indicators-2018.php. Acesso em: 25 jul. 2019.

SZAPIRO, M.; VARGAS, M. A.; CASSIOLATO, J. E. Avanços e limitações da política de inovação brasileira na última década: Uma análise exploratória. **Revista Espacios**, v. 37, n. 5, 2016.

TERRILE, R. J. Pathways and challenges to innovation in aerospace. **IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine,** v. 26, n. 12, p. 4-9, 2011.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management

Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management,** v. 14, n. 3, p. 207--222, 2003.
VARESE, E.; CANE, P. From space food research and innovation to immediate advantages for Earth eating habits. **British Food Journal,** v. 119, n. 11, p. 2448-2461, 2017.
VENTURINI, K.; VERBANO, C. A systematic review of the Space technology transfer literature: Research synthesis and emerging gaps. **Space Policy,** v. 30, n. 2, p. 98-114, 2014.
WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **J Adv Nurs,** v. 52, n. 5, p. 546-53, Dec 2005.
ZENG, D.; HU, J.; OUYANG, T. Managing Innovation Paradox in the Sustainable Innovation Ecosystem: A Case Study of Ambidextrous Capability in a Focal Firm. **Sustainability,** v. 9, n. 11, p. 2091, 2017.

Tabela 3: Artigos Incluídos na Revisão Sistemática

Grupo	Ano	Autor	Título	Citações	Periódico
4.1.1	2018	Kojima et al	Access to space: A new approach ...	0	ACTA ASTRONAUT
4.1.1	2017	Varese e Cane	From space food research and ...	0	BRIT FOOD J
4.1.2	2017	Coste e Gatzke	A novel approach to innovation ...	0	NEW SPACE
4.1.2	2010	Leung	New paradigms for the future ...	3	R&D MANAGE
4.1.2	2013	Ritala et al	Value creation and capture ...	45	INT J TECHNOL MANAGE
4.1.2	2011	Terrile	Pathways and challenges to ...	2	IEEE AERO EL SYS MAG
4.1.3	2015	Alberti e Pizzurno	Knowledge exchanges in ...	15	COMPET REV
4.1.3	2017	Alberti e Pizzurno	Oops, I did it again! Knowledge ...	6	EUR J INNOV MANAG
4.1.3	2014	Armellini et al	The open innovation journey ...	3	J AEROSP TECHNOL MAN
4.1.3	2019	Arnaldo Valdes et al	Flight path 2050 and ACAE goals ...	0	SUSTAINABILITY-BASEL
4.1.3	2010	Brandão Neto e Oliveira	Proposta de um método para ...	0	J AEROSP TECHNOL MAN
4.1.3	2017	Braziotis et al	Strategic and operational ...	0	PROD PLAN CONTROL
4.1.3	2019	Cerezo-Navaez et al	Standardizing innovation manag ...	0	PROCESSES
4.1.3	2010	Dewes et al	Open innovation as an alternative ...	3	J AEROSP TECHNOL MAN
4.1.3	2015	Dewes et al	Innovation policies in Brazilian ...	2	SPACE POLICY
4.1.3	2015	Gao et al	Unravelling the technological ...	3	CHIN MANAG STUD
4.1.3	2017	Jackson e Haulbelt	Adaptive innovation the fabric ...	0	RES TECHNOL MANAGE
4.1.3	2015	Mcguire e Islam	Indigenous technological capab ...	4	TECHNOL ANAL STRATEG
4.1.3	2017	Zeng et al	Managing innovation paradox ...	3	SUSTAINABILITY-BASEL
4.1.4	2018	Pelicioni et al	Application of a bibliometric ...	1	J AEROSP TECHNOL MAN
4.1.4	2019	Silva et al	Tabletop testbed for attitude ...	0	J AEROSPACE ENG

Tabela 4: Periódicos Incluídos na Revisão Sistemática

Periódico	Artigos	ISSN	Qualis	JCR	Citescore	SJR
ACTA ASTRONAUT	1	0094-5765	A2	2,482	2,99	0,907
BRIT FOOD J	1	0007-070X	A2	1,717	2,08	0,485
CHIN MANAG STUD	1	1750-614X	-	0,936	1,18	0,248
COMPET REV	1	1059-5422	-	-	2,15	0,632
EUR J INNOV MANAG	1	1460-1060	A1	1,793	2,08	0,618
IEEE AERO EL SYS MAG	1	0885-8985	-	2,113	1,87	0,432
INT J TECHNOL MANAGE	1	0267-5730	B3	1,160	-	0,502
J AEROSPACE ENG	1	0893-1321	-	-	1,75	0,429
J AEROSP TECHNOL MAN	4	1984-9648	B2	-	1,03	0,263
NEW SPACE	1	2168-0256	-	-	0,78	0,320
PROCESSES	1	2227-9717	B4	1,963	-	-
PROD PLAN CONTROL	1	0953-7287	A1	3,340	4,38	1,427
R&D MANAGE	1	0033-6807	B1	2,354	2,99	1,163
RES TECHNOL MANAGE	1	0895-6308	-	1,407	1,14	0,620
SPACE POLICY	1	0265-9646	A2	0,582	0,70	0,286
SUSTAINABILITY-BASEL	2	2071-1050	A2	2,592	3,01	0,549
TECHNOL ANAL STRATEG	1	0953-7325	A1	-	2,050	0,724