



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

DANIEL BARBOSA AMANCIO, Ten Cel Av

**Projeção do Poder Espacial Brasileiro: Competências para Prevenção Reativa em
Lançamentos Espaciais**

Rio de Janeiro

2022

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

DANIEL BARBOSA AMANCIO, Ten Cel Av

**Projeção do Poder Espacial Brasileiro: Competências para Prevenção Reativa em
Lançamentos Espaciais**

Trabalho de conclusão de curso apresentado,
como requisito parcial para aprovação, no
Curso Avançado de Comando e Estado-Maior.
Linha de Pesquisa: Poder Aeroespacial.
Orientador: Oziel Itá Juba Jara Silveira.

Rio de Janeiro

2022

RESUMO

O domínio espacial mostra-se cada vez mais relevante para o desenvolvimento do país, principalmente na projeção do Poder Aeroespacial. A Estratégia Nacional de Defesa (END) destaca como prioridade o fortalecimento do setor espacial, ressaltando a importância estratégica para a defesa do país. A fim de assegurar o desenvolvimento do programa espacial brasileiro, surge a preocupação com a segurança. Nas três últimas décadas, três grandes acidentes em lançamentos de satélites interromperam a evolução do segmento espacial no Brasil. A prevenção reativa de acidentes é uma importante atividade para a segurança, pois permite extrair lições dos acidentes para reforçar barreiras e defesas contra eventos futuros. Em 2019, foi atribuída à Força Aérea Brasileira (FAB), por meio do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), a responsabilidade de investigação de ocorrências espaciais. A fim de desempenhar a nova responsabilidade atribuída, o objetivo desta pesquisa foi quantificar os conhecimentos e habilidades que o Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos (CIAA) desenvolve aos investigadores SIPAER, para desempenharem suas atividades no segmento espacial. Utilizando-se o método Delphi na determinação de competências, foram identificados os conhecimentos e habilidades fundamentais aos investigadores SIPAER nesse escopo. Em segunda etapa, foram identificadas as competências do currículo do CIAA, por meio da ICA 37-357. Mediante análise comparativa entre as competências levantadas pelos especialistas e os resultados da pesquisa documental do currículo mínimo do CIAA, chegou-se à conclusão de que o CIAA proporciona 21% dos conhecimentos e 88% das habilidades necessárias à investigação do segmento espacial.

Palavras-chave: espacial; acidentes; investigação; competências.

ABSTRACT

The space domain is increasingly relevant for the development of the country, especially in the projection of aerospace power. The National Defense Strategy (END) highlights the strengthening of the space sector as a priority, emphasizing the strategic importance for the country's defense. In order to ensure the development of the Brazilian space program, safety concerns arise. In the last three decades, three major accidents in satellite launches interrupted the evolution of the space segment in Brazil. Accident investigation is an important safety activity, as it allows lessons to be learned from accidents to reinforce barriers and defenses against future events. In 2019, the Brazilian Air Force (FAB), through the Aeronautical Accident Investigation and Prevention Center (CENIPA), was assigned the responsibility for investigating space occurrences. In order to carry out the new assigned responsibility, the objective of this research was to quantify the knowledge and skills that the Aeronautical Accident Investigation Course (CIAA) develops to SIPAER investigators, to carry out their activities in the space segment. Using the Delphi method to determine competencies, the knowledge and skills fundamental to SIPAER researchers in this scope were identified. In the second stage, the competencies of the CIAA curriculum were identified, through ICA 37-357. Through a comparative analysis between the competences identified by the specialists and the results of the documental research of the minimum curriculum of the CIAA, it was concluded that the CIAA provides 21% of the knowledge and 88% of the skills necessary for the investigation of the space segment.

Keywords: *spatial; accidents; investigation; competences.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fases de uma investigação	11
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cursos na instituição <i>Teaching Science and Technology, Inc (TSTI)</i>	18
Tabela 2 – Conhecimentos desenvolvidos no <i>Space Mishap Investigation Course</i>	19
Tabela 3 – Habilidades desenvolvidas no <i>Space Mishap Investigation Course</i>	20
Tabela 4 – Grade de disciplinas CPOL	22
Tabela 5 – Matriz de conhecimentos definidas pelos especialistas.....	22
Tabela 6 – Matriz de competências com nível de concordância dos conhecimentos.....	23
Tabela 7 – Matriz de habilidades definidas pelos especialistas.....	24
Tabela 8 – Matriz de competências com nível de concordância das atitudes	24
Tabela 9 – Conhecimentos enumerados pelos especialistas em relação ao currículo do CIAA	25
Tabela 10 – Habilidades enumeradas pelos especialistas em relação ao currículo do CIAA ..	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AST	Acordo de Salvaguardas Tecnológicas
CACEM	Curso Avançado de Comando e Estado-Maior
CEA	Centro Espacial de Alcântara
CEI	Centro Espacial ITA
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIAA	Curso de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CLA	Centro de Lançamento de Alcântara
CLBI	Centro de Lançamento da Barreira do Inferno
DCA	Diretriz do Comando da Aeronáutica
DOD	<i>Department of Defense</i>
ECEMAR	Escola de Comando e Estado Maior da Aeronáutica
EMAER	Estado-Maior da Aeronáutica
END	Estratégia Nacional de Defesa
ESA	<i>European Space Agency</i>
FAB	Força Aérea Brasileira
FTA	<i>Fault Tree Anaysis</i>
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NPR	<i>NASA Procedural Requirements</i>
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SMIC	<i>Space Mishap Investigation Course</i>
TSTI	<i>Teaching Science and Technology, Inc.</i>
USAF	<i>United States Air Force</i>
VLS	Veículo Lançador de Satélite
VSB	Veículo Suborbital Brasileiro

LISTA DE SÍMBOLOS

/	Divisão
=	Igual
x	Multiplicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	METODOLOGIA.....	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
4	APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	17
5	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS.....	30
	APÊNDICE A – Questionário	32

1 INTRODUÇÃO

Os países que possuem o setor espacial desenvolvido fazem parte de um seleto grupo de nações mais poderosas do mundo. Sem sombra de dúvidas, os estados que dominam o espaço sideral possuem ampla vantagem na área militar, econômica e político-social.

Conforme a Estratégia Nacional de Defesa (END), o domínio do setor espacial garante vantagens militares decisivas. O documento estratégico da FAB, o Força Aérea 100, normatizado na Diretriz do Comando da Aeronáutica (DCA 11-45), em sua visão estratégica para o futuro, ressalta que a exploração espacial é de suma importância para a Força Aérea do futuro.

A Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira, estabelecida pela Diretriz do Comando da Aeronáutica (DCA 1-1), define assim o Poder Aeroespacial:

É a projeção do Poder Nacional resultante da integração dos recursos de que a Nação dispõe para a utilização do espaço aéreo e do espaço exterior, quer como instrumento de ação política e militar quer como fator de desenvolvimento econômico e social, visando conquistar e manter os objetivos nacionais. (BRASIL, 2020).

A vantagem do domínio de lançamento de foguetes, com a possibilidade de utilização de satélites próprios para fins militares de comunicação, monitoramento global, entre outras aplicações, são fatores preponderantes para projeção de Poder. Como exemplo de marco significativo da exploração espacial, a Doutrina Básica da FAB foi atualizada no seu termo “Poder Aéreo” para o termo atual “Poder Aeroespacial”.

Em 2021, o Brasil vivenciou um momento histórico na exploração espacial, com o lançamento do primeiro satélite brasileiro, o Amazônia 1, completamente projetado, integrado, testado e operado pelo país (SILVA, 2022).

Embora o Brasil não seja referência em lançamentos espaciais, o país conta com dois centros de lançamentos, com vantagens geográficas preponderantes. Nesse aspecto, desperta-se o interesse de outros países.

O Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), criado em 12 de outubro de 1965, realizou os primeiros lançamentos de veículos de sondagem atmosférica no Brasil. Posteriormente, em 1982, foi inaugurado o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), no município de Alcântara, Maranhão, com o objetivo de lançar foguetes de médio e grande portes para inserção de satélites em órbita (PALMÉRIO, 2016).

Segundo Souza (2021), na história espacial brasileira, até 2019, 3.532 veículos foram lançados ao espaço. Em se tratando de acesso ao espaço de veículos suborbitais, ocorreram o

total de 469 lançamentos de artefatos brasileiros e estrangeiros, refletindo uma média de 8 lançamentos ao ano.

Infelizmente alguns acidentes ocorreram neste percurso, a partir do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA). Em 2003, ocorreu o maior acidente do setor espacial brasileiro, com a explosão do Veículo Lançador de Satélites (VLS). Em 2015, ocorreu o acidente com o Veículo Suborbital com Sistema de Reentrada Atmosférica (VS40-SARA) e em 2016, o acidente com o Veículo Suborbital Brasileiro (VSB-30).

Perdas de vidas, se tratando de cientistas e profissionais de alto grau de conhecimento e expertise inestimáveis. O prejuízo financeiro foi na ordem de milhões de dólares, com interrupção de programas para o crescimento do Poder Nacional na área do espaço.

Além da perda de 21 pessoas altamente capacitadas e de recursos financeiros aos cofres nacionais, a ocorrência de acidentes e incidentes impactaram o desenvolvimento do Poder Aeroespacial brasileiro.

Sabe-se que as ocorrências são indesejadas e não são totalmente evitáveis, no entanto, é possível reduzir a chance de recorrência dos acidentes e incidentes. Uma das ferramentas mais efetivas de se reduzir ocorrências é a investigação.

O setor aeronáutico se utiliza dessa ferramenta mundo afora, como forma consolidada de aprender com os erros e falhas que culminaram nos acidentes, para reforçar barreiras de defesa, modificando projetos, processos, equipamentos, regras, dentre outras possibilidades, com o objetivo de mitigar a recorrência dos eventos.

Em todo o sistema de prevenção de acidentes, dentre as várias ferramentas, as lições aprendidas nas investigações são as ações mais preponderantes para manutenção da segurança.

Como no caso da investigação de acidente o fato já está consumado, a atividade é caracterizada como reativa. Porém, reveste-se de grande importância como matéria prima para extração de lições aprendidas para evitar futuras ocorrências semelhantes.

A prevenção reativa possui várias possibilidades de metodologia. O Brasil possui destacada expertise na investigação de acidentes aeronáuticos. Entretanto, na área espacial, na astronáutica, a atividade é pouco desenvolvida.

A prevenção reativa de acidentes aeronáuticos é fundamentada em processos bem estabelecidos, que contam com várias áreas do conhecimento científico.

Na FAB, as investigações de acidentes aéreos são realizadas a mais de cinquenta anos, por profissionais capacitados e treinados.

Em 2019, foi confiada a Força Aérea Brasileira a missão de realizar a investigação de ocorrências espaciais, especialmente os eventos ocorridos no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e no Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI).

Surge então um grande desafio para o Comando da Aeronáutica, no qual ingressa com papel de grande importância para projeção do Poder Aeroespacial brasileiro. O Estado-Maior da Aeronáutica (EMAER) delegou ao CENIPA a responsabilidade de gerenciar as investigações espaciais.

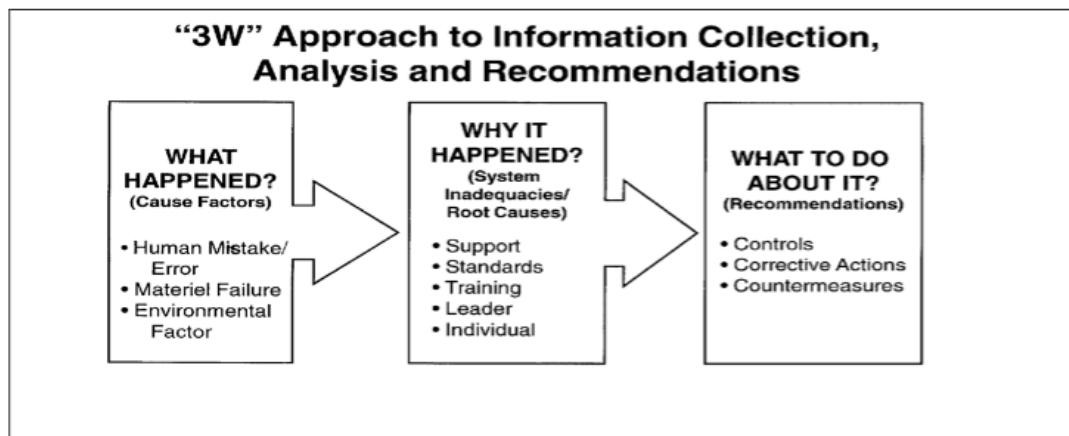
Com essa nova atribuição, estudos e pesquisas tornaram-se fundamentais para o progresso desse setor. Segundo Souza (2019), dentre onze metodologias de investigação de acidentes no mundo, a metodologia SIPAER, método FTA (*Fault Tree Analysis*), mostrou-se adequada e efetiva para utilização no modal espacial.

A investigação de acidentes aeronáuticos fundamenta-se em processos complexos e científicos, realizados em várias agências e fabricantes no mundo.

A investigação SIPAER divide-se em três importantes fases, a fim de atingir com máxima eficácia o objetivo de mitigar a recorrência dos acidentes. São elas: Coleta de dados, Análise e Apresentação de resultados.

De acordo com Souza (2012), o US ARMY através do *Department of the Army Pamphlet 385-40, Army Accident Investigation and Reporting*, também divide as etapas de um processo de investigação em três fases distintas e interdependentes, conforme a figura a seguir:

Figura 1 – Fases de uma investigação



Fonte: SOUZA, 2012 apud US ARMY, 2009

Os investigadores aeronáuticos da FAB recebem o treinamento e capacitação para ação inicial de ocorrências aeronáuticas, como também, possuem um arcabouço teórico de documentação para realização da atividade. Entretanto, o modal espacial apresenta-se com algumas características próprias e específicas.

Nesse contexto, surge o problema de pesquisa, em que medida o Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos (CIAA), do CENIPA, proporciona conhecimentos e habilidades necessárias aos investigadores encarregados do *GoTeam*, para investigação de ocorrências em lançamentos espaciais?

O presente artigo objetiva quantificar os conhecimentos e habilidades que o CIAA desenvolve aos investigadores SIPAER, para desempenharem suas atividades no segmento espacial.

A hipótese é de que o Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos (CIAA), do CENIPA, proporciona alguns conhecimentos e habilidades aos investigadores do modal espacial. Entretanto, um percentual significativo de conhecimentos e habilidades necessitam ser incorporadas ao curso.

A fim de atingir o objetivo geral proposto, este autor determinou três objetivos específicos (OE):

OE1) Identificar quais conhecimentos e habilidades são fundamentais aos investigadores do CENIPA, para desempenharem a investigação de ocorrências em lançamentos espaciais;

OE2) Identificar as competências desenvolvidas aos investigadores do CENIPA, no Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos; e

OE3) Correlacionar os conhecimentos e habilidades fundamentais aos investigadores no segmento espacial e os conhecimentos e habilidades proporcionados no CIAA.

Desse modo, o presente artigo pretende elucidar as competências necessárias ao investigador do modal espacial e as competências que o CIAA desenvolve ao investigador do CENIPA, possibilitando ao final do artigo uma correlação entre os dados.

O Centro Espacial de Alcântara (CEA) foi renomeado como novo projeto estratégico nacional, que estabelece a possibilidade de exploração espacial de entes nacionais e estrangeiros privados, que atuam na responsabilidade de prover veículos espaciais para lançamentos de carga útil de qualquer contratante.

Nesse contexto, a expectativa é de crescimento do número de lançamentos, visto que além do desenvolvimento dos artefatos nacionais, inicia-se a possibilidade de exploração de empresas privadas para a exploração ao espaço.

Tal fato se deve à ratificação do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas (AST) assinado pelo Brasil, no qual o país passa a integrar um seleto grupo de nações que possuem a possibilidade de lançamentos em território nacional.

Com a decisão atribuída à FAB, sobre a investigação de eventos do modal espacial, os profissionais do SIPAER podem ser acionados a qualquer momento.

O Brasil goza de alta credibilidade nas atividades de investigação de acidentes aeronáuticos, tanto internamente na nação, quanto no exterior. Todavia, na área espacial, no tocante à investigação de acidentes, o país encontra-se em fase de estruturação inicial.

A presente pesquisa científica aplicada poderá possibilitar resultados importantes para o emprego imediato da Força Aérea Brasileira, numa situação real de desastres na zona de lançamento espacial brasileira.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa irá se desenvolver numa área espacial pouco explorada no Brasil. Dessa maneira, com a finalidade de esclarecer um aspecto fundamental do processo de investigação, os conhecimentos e habilidades dos recursos humanos, no escopo de ocorrências em lançamentos de foguetes.

O presente trabalho, quanto a sua finalidade, será categorizado como pesquisa aplicada e, quanto ao nível, será uma pesquisa exploratória.

A atividade de investigação espacial estruturada no SIPAER se configura como inédita. Em primeira etapa da pesquisa, a fim de se identificar os conhecimentos e habilidades requeridas aos investigadores do modal espacial, realizou-se o trabalho pelo método indutivo, em que os fenômenos e fatos observados são comparados, efetuando-se uma pesquisa bibliográfica e documental, buscando o conhecimento científico disponível em organismos nacionais e internacionais.

No âmbito nacional, as capacitações e treinamentos no Centro Espacial ITA (CEI) e no Centro de Lançamento de Alcântara foram exploradas. Em referências aos organismos internacionais, a NASA, a instituição de ensino *Teaching Science and Technology, Inc. (TSTI)*, e a *Space Safety Division, da Air Force Safety Center* foram analisadas e estudadas, bem como, o que se estabelece a revisão da literatura de manuais, *papers* científicos, cursos de familiarização e investigação de documentos técnicos.

Para determinação de competências, foi selecionado o método de especialistas, chamado de Delphi por rodadas. Nesse método, inicialmente é definido o grupo de especialistas. Desse modo, foram estabelecidos especialistas os 6 investigadores do *GoTeam* do CENIPA, por serem os profissionais com maior senioridade no SIPAER.

O método Delphi foi aplicado para levantamento de dados, pois foi requerido o consenso dos especialistas para as respostas, idealizado por Dalkey e Helmer (1971). O referido método é formado por várias fases de questionamentos aos especialistas. Nesse artigo, como não existe distinção de importância entre as competências para a atividade de investigação, restringiu-se o método às duas primeiras rodadas.

No intuito de se atingir o OE 1, com os conhecimentos e habilidades identificadas previamente na primeira etapa da pesquisa, foi enviada como primeira rodada do método Delphi, um questionário aos investigadores do *GoTeam* do CENIPA, a fim de que fossem elencadas, de acordo com a opinião desses investigadores, os conhecimentos e habilidades necessárias aos investigadores espaciais. O questionário requisitava aos investigadores para que eles pontuassem no mínimo 6 conhecimentos e 6 habilidades que fossem fundamentais aos investigadores espaciais. Foram enviados questionários para 6 investigadores, referente ao total de profissionais do *GoTeam*.

Em uma amostra de 6 especialistas, pode-se obter 99% da confiabilidade na pesquisa e 1% da margem de erro, considerando que a totalidade dos 6 especialistas respondam adequadamente a pesquisa, de acordo com Krejcie e Morgan (1970).

Na pesquisa realizada todos os investigadores responderam o questionário. Dessa forma, 100% da amostra retornou, possibilitando acurácia e validade fundamental à pesquisa.

Na segunda fase, com todos os conhecimentos e habilidades enumeradas, as repetições ou semelhanças foram eliminadas para uma lista única e submetida novamente aos investigadores, no intuito de se obter a matriz de conhecimentos e habilidades apuradas com nível de concordância, mediante a expressão:

$$C_c = (1 - V_n / V_t) \times 100 \quad (1)$$

Onde:

C_c = coeficiente de concordância expresso em porcentagem.

V_n = quantidade de especialistas em desacordo com o critério predominante.

V_t = quantidade total de especialistas.

Os conhecimentos e habilidades que obtiveram valores $C_c < 60\%$ foram eliminadas devido ao baixo nível de concordância ou do pouco consenso entre os especialistas. Dessa forma, foi concluída a primeira etapa da pesquisa.

Em seguida, a segunda etapa do artigo foi realizada para responder o OE 2. Com a análise do Plano de Unidades Didáticas do Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos (CIAA), a ICA 37-368, e avaliação do currículo mínimo do CIAA, a ICA 37-357, buscando

identificar os conhecimentos e habilidades proporcionadas aos profissionais intitulados investigadores.

Nesse contexto, com o objetivo de responder o problema de pesquisa foram obtidos os conhecimentos e habilidades desenvolvidos no CIAA. Esse resultado foi dividido pelas competências correlacionada e obtida por meio dos questionários adquiridos pelo método Delphi, aplicado ao *GoTeam*. Por fim, esse resultado foi multiplicado por 100 para se descobrir o percentual dos conhecimentos e habilidades existentes no currículo do CIAA em relação aos conhecimentos e habilidades necessárias aos investigadores do *GoTeam* do CENIPA.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Entende-se na comunidade internacional que o processo de coleta de dados de um cenário de acidente aeronáutico é um ambiente complexo, com reconhecida necessidade de competências apropriadas.

“A investigação de acidentes aéreos é uma tarefa complexa que se baseia em uma ampla gama de habilidades. Embora muitas das partes componentes da tarefa não sejam inerentemente difíceis, é a natureza dos acidentes que cria o potencial de grande complexidade” (STRAUCH, 2015, tradução nossa).

Em se tratando de competências necessárias para o setor espacial, a complexidade torna-se ainda mais elevada.

“Os investigadores de acidentes aéreos são caracterizados por um alto nível de habilidade técnica e conhecimento no domínio da aviação. Sugerimos que isso seja dado; habilidade técnica por si só não pode diferenciar a excelência neste papel complexo” (NIXON, 2018, tradução nossa).

Como fundamentação teórica para o desenvolvimento da pesquisa pretende-se analisar as obras de diversos estudiosos sobre o tema competência. Todavia, destacam-se, nesse contexto, as obras de Philippe Zairifian, por sua importante colaboração no sentido de pontuar a importância do conhecimento e da experiência na construção e mobilização da competência:

Não há exercício da competência sem um lastro de conhecimentos que poderão ser mobilizados em situações de trabalho (ZAIRIFIAN, 2008). “[...] A competência é um entendimento prático de situações que se apoia em conhecimentos adquiridos e os transforma na medida em que aumenta a diversidade das situações” (ZAIRIFIAN, 2008).

Também se pretende considerar, no referencial teórico, as contribuições de Afonso Fleury e Maria Tereza Fleury, por tratar-se de *experts* nacionalmente renomados em se tratando de gestão por competências:

Observa-se, assim, a conjugação de situações de aprendizagem que podem propiciar a transformação do conhecimento em competência. Essa transformação [...] só acontece em um contexto profissional específico, pois a realização da competência deverá não apenas agregar valor ao indivíduo, mas também à organização (FLEURY e FLEURY, 2001).

A investigação de acidentes aéreos é um papel complexo. Mostramos que o bom investigador deve ter uma diversidade de competências além de um excelente conhecimento técnico de sistemas e processos de aviação para obter sucesso na função. Um perigo na montagem de uma análise clássica de trabalho é que a função em si pode ser reduzida a uma série de atividades independentes. Embora este seja um elemento importante do processo, o foco pode ser mudado para gerar listas de conhecimentos técnicos necessários, omitindo os fatores de modelagem de desempenho que podem tornar o bom investigador um ótimo investigador (NIXON, 2018, tradução nossa).

A Ação Inicial no processo de investigação se caracteriza como um processo formal, por meio de técnicas científicas, baseadas nas documentações do SIPAER e na capacitação e treinamento dos investigadores.

O desempenho do ser humano, frente às situações complexas como os destroços de um acidente, necessitam de atenção e preparo. A fundamentação teórica referente a competência é bem abrangente, com bases e categorias diversas.

Nas últimas décadas, muita atenção científica tem sido dada aos construtos “competência-chave”, competências especializadas que podem ser usadas para dominar diferentes demandas (WEINER, 1999, tradução nossa).

Como as definições científicas do conceito de competência são tão heterogêneas, é impossível identificar uma definição central consensualmente acordada. É, no entanto, possível explicitar os objetivos científicos e práticos que devem ser seguidos com um constructo teórico de competência (WEINERT, 1999, tradução nossa).

A competência-chave é uma competência central (WEINERT, 1999, tradução nossa)

(a) dos quais (muitos) outros dependem.

(b) que facilita a compreensão e o aprendizado de uma variedade de conceitos, regras, princípios, estratégias e habilidades diferentes.

(c) que poderiam ser aplicados para resolver diferentes problemas em diferentes contextos situacionais.

Conhecimento é o corpo de informações compreendidas e possuídas por um indivíduo ou por uma cultura.

Desempenho

(a) é o que uma pessoa faz quando confrontada com uma tarefa.

(b) é uma atividade pessoal considerada como resultado de uma produção.

(c) é a realização avaliada em relação à sua adequação.

A proficiência é uma habilidade de um certo grau, geralmente de um alto grau, necessária para o desempenho de uma tarefa ou o envolvimento em uma vocação.

Habilidade

(a) é uma aptidão adquirida.

(b) é uma capacidade de realizar atos motores e/ou cognitivos complexos com facilidade, precisão e adaptabilidade a condições de mudança.

Talento é um alto grau de habilidade ou aptidão em uma área específica, em grande parte inata (Superdotação: possuir um alto grau de habilidade intelectual e/ou um alto grau de talento especial).

4 APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS

Como primeira etapa para se atingir o OE1, nos Estados Unidos da América, identificou-se que a *NASA Safety Center*, por meio do *Office of Safety and Mission Assurance (OSMA)*, desenvolve o treinamento e as ferramentas para segurança espacial.

De acordo com o *NASA Procedural Requirements for Mishap and Close Call Reporting, Investigation, and Recordkeeping* (NPR 8261.1, de 2020), o treinamento requerido para a investigação de ocorrências estabelece instruções em sala de aula, tais como: *NASA Root Cause Analysis (SMA-SAFE-OSMA-4003)*, *Human Factor in Mishap Investigation (SMA-SAFE-OSMA-4004)* e *NASA HFACS Training and Certification (SMA-SAFE-OSMA-4009)*.

O *NASA Procedural Requirements* (NPR), citado anteriormente, provê requisitos para o reporte, investigação e relato de ocorrências, bem como resultados de ações corretivas para prevenir ocorrências similares, com lesões, danos às propriedades, ou falhas de missão.

A instituição de ensino *Teaching Science and Technology, Inc. (TSTI)* foi identificada como a principal fornecedora de treinamento de sistemas espaciais para a NASA, para a *European Space Agency (ESA)*, para o *Department of Defense (DoD)* e para a indústria espacial em todo o mundo. A organização atua na área relacionada ao domínio espacial, com cursos de

curta duração e *workshops* em engenharia de sistemas espaciais e gerenciamento de programas para clientes no cenário mundial.

Em análise bibliográfica do portfólio de treinamentos da instituição de ensino TSTI, verificou-se que três cursos abordam conhecimentos básicos para profissionais que atuarão na área espacial, dentre eles: *Understanding Space*, *Space Launch and Transportation System (SLaTS)* e *Mission Operations Development*.

O curso *Understanding Space* (Entendendo o Espaço), uma introdução à astronáutica e engenharia de sistemas espaciais é disponibilizado totalmente *on-line*. O referido curso é um treinamento básico espacial, já tendo sido apresentado a mais de 20.000 profissionais da NASA, *United States Air Force (USAF)*, *European Space Agency (ESA)*, e grandes empresas da indústria do espaço.

O curso *Space Launch and Transportation* (Lançamento e transporte espacial) fornece uma visão integrada do projeto e das operações dos sistemas de lançamento e transporte espacial (SLaTS), desde as necessidades, objetivos e requisitos, até o projeto, desenvolvimento do sistema de lançamento e transporte. Uma ênfase no *design* de toda arquitetura de lançamento, não apenas do veículo. O curso tem duração de 3 a 5 dias.

O curso *Space Mission Operation* (Operação de sistemas espaciais), de treinamento virtual ou no local, de duração de dois dias, apresenta o desenvolvimento da missão espacial do ponto de vista dos operadores espaciais. Este curso coloca o participante na posição de um gerente de operações da missão que é responsável pelo planejamento antecipado das operações da missão, projetando o sistema da missão e conduzindo campanha.

Conforme os três cursos da TSTI, destacam-se os conhecimentos na Tabela 1.

Tabela 1 – Cursos na instituição *Teaching Science and Technology, Inc. (TSTI)*

Curso	Conhecimentos	Duração
	<i>Astronautics</i>	
<i>Understanding Space</i>	<i>Space Mission (Orbits and trajectories)</i>	<i>2 days</i>
	<i>Space Systems</i>	
	<i>Space Launch Systems and Space Transportation Systems</i>	
<i>Space Launch and Space Transportation</i>	<i>Launch Operations Concept and Architecture</i>	<i>3-5 days</i>
	<i>Space Mission Functions</i>	
	<i>Launch and Early Orbit (L&EO) Operations</i>	
<i>Space Mission Operation</i>	<i>Communications Architecture</i>	<i>2 days</i>
	<i>Ground Systems</i>	

Fonte: O autor

A Força Aérea dos Estados Unidos, por meio da Divisão de Segurança Espacial (*Space Safety Division*), do Centro de Segurança da Força Aérea dos Estados Unidos (*Air Force Safety Center*), ativou, em 2017, o curso de investigação de ocorrências espaciais (*Space Mishap Investigation Course - SMIC*), para oficiais de segurança espacial e profissionais do espaço.

O curso de duração de dez dias, com a carga horária de 65 horas, inclui atividades práticas no laboratório de destroços do Centro de Segurança da Força Aérea (*Air Force Safety Center Crash Laboratory*).

O currículo é focado em investigações de acidentes, prevenção proativa de acidentes e técnicas de relatórios de acidentes. Os alunos têm uma visão aprofundada das investigações de segurança relacionadas ao espaço e análises de fatores humanos e materiais para ajudar a identificar as causas dos acidentes.

O SMIC fornece instruções sobre investigações de acidentes espaciais e análises de fatores humanos e materiais. O foco da instrução é investigar e determinar as causas-raiz de ocorrências. O curso detalha técnicas investigativas e aspectos técnicos de acidentes espaciais e explosivos. Além disso, o curso também ensina seus alunos a preparar uma narrativa utilizando o *Air Force Manual - AFMAN 91-222*. Dado um cenário de uma ocorrência, o aluno é ensinado a desenvolver uma narrativa completa com base em informações de investigação e análise. Trabalhando em equipe, os alunos investigam cenários de ocorrências e prepararam um reporte formal. As áreas temáticas estudadas também incluem o impacto do comportamento humano e da cultura em investigações, técnicas de entrevista e investigação de colisões espaciais. A fim de sintetizar os conhecimentos desenvolvidos no SMIC, apresenta-se a Tabela 2.

Tabela 2 – Conhecimentos desenvolvidos no *Space Mishap Investigation Course*

Curso	Conhecimentos	Duração
<i>Space Mishap Investigation Course - SMIC</i>	Ambiente Espacial	10 dias
	Fatores Humanos – Comportamento e Cultura	
	Técnicas de Investigação de Sistemas	
	Técnicas de Entrevistas	
	Fatores Materiais	
	Aspectos Técnicos de Acidentes Espaciais	
	Explosivos	
	Colisões espaciais	
	Air Force Manual - AFMAN 91-222	

Fonte: O autor

O curso utiliza exercícios práticos, estudos de caso, exercícios em sala de aula, trabalho de laboratório e palestras. Os tópicos de estudos incluem uma descrição do processo de investigação de acidentes, fundamentos da investigação de acidentes, procedimentos da comissão de investigação de segurança, fatores ambientais e materiais, técnicas de investigação de sistemas, métodos de investigação de acidentes, impacto de fatores humanos nas investigações e redação do relatório final. Descreve-se de forma sintetizada as habilidades desenvolvidas no SMIC, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Habilidades desenvolvidas no *Space Mishap Investigation Course*

Curso	Habilidades	Duração
<i>Space Mishap Investigation Course - SMIC</i>	Redação de relatório final	10 dias
	Processo de investigação de acidentes	
	Identificação de evidências espaciais –	
	Laboratório de destroços	
	Trabalho em equipe	
	Determinar causas-raiz	

Fonte: O Autor

O Curso de Preparação para Operações de Lançamento (CPOL) é um curso promovido pelo Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e tem a finalidade de proporcionar capacitação do pessoal técnico para as atividades afetas ao lançamento de veículos espaciais a partir do CLA. O curso é composto por dois módulos, teórico e prático.

O CPOL possui uma carga horária de 40 (quarenta) tempos, no período de 05 (cinco) dias, conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4 – Grade de disciplinas do CPOL

Disciplinas	Carga Horária
Operações de Lançamento	1 hora
Planejamento e Execução de Operações	3 horas
Introdução a Tecnologia de Foguetes	2 horas
Segurança de Voo	2 horas
Meteorologia Aeroespacial	2 horas
Segurança de Superfície	2 horas
Qualidade Operacional	2 horas
Sistemas Integrados (Tic)/ Scod/ Io	1 hora
Logística Operacional e Administrativa	2 horas
Telecomunicações	1 hora
Preparação – Meios de Solo	2 horas
Rastrear: Telemedidas	2 horas

(continua)

(conclusão)	
Disciplinas	Carga Horária
Sistema de Rastreo/Radar	2 horas
Rastrear: Trajetografia e Sincronização	1 hora
Palestra Satélites	1 hora
Palestra Espaço	1 hora
Palestra AEB	1 hora
Trajetoграфия e Tratamento de Dados	1 hora
Visita Técnica	4 horas
Avaliação	2 horas

Fonte: O autor

O Centro Espacial ITA (CEI), em parceria com o Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE), a Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais (CCISE) e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), desenvolveu um programa estratégico de formação de recursos humanos para área espacial, com cursos curtos especializados, nas instalações ampliadas do ITA.

Nesse sentido, foi criado o curso de especialização em Engenharia de Sistemas Espaciais, no Instituto Tecnológico de Aeronáutica, para a eficiente definição dos segmentos de missão espacial (espacial, lançador e solo), com intuito de fomentar recursos humanos especializados nessas atividades.

De acordo com as disciplinas do programa de especialização, destacam-se como compatíveis para competências ao investigador encarregado de uma ocorrência espacial, a “compreensão dos elementos dos Sistemas Espaciais” e o “Entendimento dos macroprocessos de gerenciamento”.

Mediante as capacitações levantadas na comunidade nacional e internacional ligadas ao espaço, como segunda etapa para se atingir o OE 1, o método Delphi foi aplicado em duas rodadas. De acordo com Fleury e Fleury (2001), foi observado em todo o processo as particularidades presentes. Foram selecionados como especialistas, 6 investigadores encarregados do *GoTeam* do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, investigadores mais experientes do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Na primeira rodada, foi enviado aos especialistas o formulário questionário com o objetivo de se obter os conhecimentos e habilidades julgadas necessárias ao profissional no modal espacial. Na Tabelas 5 apresenta-se o resultado da matriz de conhecimentos definida pelos especialistas, de acordo com as respostas dos investigadores.

Tabela 5 – Matriz de conhecimentos definidas pelos especialistas

Conhecimentos	Especialistas - Investigadores					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Introdução à Astronáutica		X	X			X
Segurança Espacial – Regulamentos	X	X		X		X
Sistemas Espaciais de Lançamento e Transporte		X	X		X	X
Arquitetura de Comunicações		X		X		
Sistemas de Solo	X				X	X
Ambiente Espacial	X		X	X		X
Fatores Humanos – Comportamento e Cultura		X	X	X		
Técnicas de Investigação de Sistemas	X	X				X
Técnicas de Entrevistas	X		X	X		X
Fatores Materiais	X	X		X		
Motores		X		X	X	
Aspectos Técnicos de Acidentes Espaciais	X		X	X	X	X
Explosivos	X		X			
Colisões Espaciais			X		X	X
Operações de Lançamento	X	X		X	X	X
Introdução à Tecnologia de Foguetes	X	X	X	X	X	
Ciências Atmosféricas		X		X		
Meteorologia Aeroespacial	X			X		
Trajetoграфия e Tratamento de Dados			X		X	X
Satélites Artificiais e Sondas	X	X			X	
Integração e Testes de Sistemas Espaciais		X	X	X		

Fonte: O Autor

Na segunda rodada, na Tabela 6, apresenta-se o resultado da matriz de competências apuradas com nível de concordância, conforme os conhecimentos elencados na primeira rodada, eliminando-se as repetições.

Destacam-se as linhas em amarelo em que o nível de concordância ficou abaixo de 60% dentre os 6 especialistas.

Tabela 6 – Matriz de competências apuradas com nível de concordância dos conhecimentos, de acordo com os especialistas

Conhecimentos	Especialistas - Investigadores						CC%
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Introdução à Astronáutica	-	-	-	-	-	-	100
Segurança Espacial Regulamentos	-	-	-	-	-	-	100
Sistemas Espaciais de Lançamento e Transporte	-	-	-	-	-	-	100
Arquitetura de Comunicações	-	NC	NC	-	-	NC	50
Sistemas de Solo	-	-	-	-	-	-	100
Ambiente Espacial	-	-	-	-	-	-	100
Fatores Humanos – Comportamento e Cultura	-	-	-	-	-	-	100
Técnicas de Investigação de Sistemas	-	-	-	-	-	-	100
Técnicas de Entrevistas	-	-	-	-	-	-	100
Fatores Materiais	-	-	-	-	-	-	100
Motores	-	NC	-	-	-	NC	66,66
Aspectos Técnicos de Acidentes Espaciais	-	-	-	-	-	-	100
Explosivos	NC	-	NC	NC	-	-	50
Colisões Espaciais	-	-	-	-	-	-	100
Operações de Lançamento	-	-	-	-	-	-	100
Introdução à Tecnologia de Foguetes	-	-	-	-	-	-	100
Ciências Atmosféricas	-	-	-	-	NC	-	83,33
Meteorologia Aeroespacial	-	-	-	-	-	-	100
Trajetoграфия e Tratamento de Dados	-	-	-	-	-	-	100
Satélites Artificiais e Sondas	-	-	-	-	-	-	100
Integração e Testes de Sistemas Espaciais	-	-	-	-	-	-	100

Fonte: O Autor

Tabela 7 - Matriz de habilidades definidas pelos especialistas

Habilidades	Especialistas - Investigadores					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Redigir Relatórios	X	X	X	X	X	X
Gerenciar processos de investigação de acidentes	X	X		X		X
Identificar evidências nos destroços – Laboratório	X	X	X		X	X
Entrevistar testemunhas	X	X	X	X	X	X
Realizar levantamento fotográfico		X	X	X	X	X
Montar croqui	X			X	X	X
Liderar equipes	X	X	X	X	X	X
Realizar análises	X	X	X		X	X
Realizar Ação Inicial	X	X	X	X	X	X

Fonte: O Autor

Tabela 8 – Matriz de competências apuradas com nível de concordância das atitudes, de acordo com os especialistas

Habilidades	Especialistas - Investigadores						CC%
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Redigir Relatórios	-	-	-	-	-	-	100
Gerenciar processos de investigação de acidentes	-	-	-	-	-	-	100
Identificar evidências espaciais nos destroços – Laboratório	-	-	-	-	-	-	100
Entrevistar testemunhas	-	-	-	-	-	-	100
Realizar levantamento fotográfico	-	NC	-	-	-	-	83,33
Montar croqui	-	-	-	-	NC	-	83,33
Liderar equipes	-	-	-	-	-	-	100
Realizar análises	-	-	-	-	-	-	100
Realizar Ação Inicial	-	-	-	-	-	-	100

Fonte: O Autor

A matriz referente aos conhecimentos elencados pelos especialistas, constante na Tabela 5, e a matriz referente às habilidades elencadas pelos especialistas, constante na Tabela 7, representaram respectivamente 21 conhecimentos e 9 habilidades.

De acordo com o método Delphi na determinação de competências, na segunda rodada, quando $Cc > 60\%$ a concordância é considerada aceitável. Os conhecimentos que obtiveram valores $Cc < 60\%$ foram eliminados por causa do baixo nível de concordância ou do pouco consenso entre os especialistas. Dentro das 9 habilidades elencadas, na matriz de concordância não houve $Cc < 60\%$. Como resultado, dos 21 conhecimentos iniciais elencados restaram 19 e das 9 habilidades iniciais elencadas todas permaneceram.

No intuito de solucionar o OE2, foi realizada pesquisa documental no currículo mínimo do Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos, a ICA 37-357, de 17 de outubro de 2017, identificando-se os conhecimentos e habilidades previstas a serem desenvolvidas no CIAA.

De acordo com a ICA 37-357/2017, o padrão de desempenho esperado dos alunos do Curso de Investigação está expresso nos seguintes tópicos:

- a) Identificar as atividades técnicas e administrativas desenvolvidas nas várias etapas da investigação no âmbito do SIPAER (Cp);
- b) Aplicar as técnicas de investigação de ocorrências aeronáuticas utilizadas no âmbito do SIPAER (Ap);
- c) Analisar a contribuição do Fator Humano nas ocorrências aeronáuticas (An);
- d) Analisar a contribuição do Fator Material nas ocorrências aeronáuticas (An);
- e) Elaborar os documentos utilizados nas investigações de ocorrências aeronáuticas, de acordo com as prescrições do SIPAER (Si); e
- f) Emitir Recomendações de Segurança Operacional de acordo com a legislação específica (Av).

Em seguida à análise do currículo do CIAA, em resposta ao objetivo geral da pesquisa, realizou-se a análise entre os resultados obtidos no método Delphi e os resultados da pesquisa documental do Currículo Mínimo do CIAA, a ICA 37-357, de 17 de outubro de 2017. A análise foi feita à luz de Perrenoud (1999).

Diante do resultado geral de 19 conhecimentos enumerados como fundamentais pelos investigadores especialistas, apenas 4 foram identificados no currículo do CIAA, a ICA 37-357. Dessa forma, chegou-se ao resultado de que no tocante aos conhecimentos, o CIAA proporciona 21% das necessidades pontuadas pelos especialistas. A fim de destacar os resultados obtidos, apresenta-se o quadro a seguir dos conhecimentos enumerados pelos especialistas em relação ao currículo do CIAA.

Tabela 9 – Conhecimentos enumerados pelos especialistas em relação ao currículo do CIAA

Conhecimentos	Presente ou Ausente no currículo
Introdução à Astronáutica	Ausente no currículo do CIAA
Segurança Espacial – Regulamentos	Ausente no currículo do CIAA
Sistemas Espaciais de Lançamento e Transporte	Ausente no currículo do CIAA
Arquitetura de Comunicações	Ausente no currículo do CIAA
Sistemas de Solo	Ausente no currículo do CIAA
Ambiente Espacial	Ausente no currículo do CIAA
Fatores Humanos – Comportamento e Cultura	Presente no currículo do CIAA, letra “b”

(continua)

(conclusão)

Conhecimentos	Presente ou Ausente no currículo
Técnicas de Investigação de Sistemas	Presente no currículo do CIAA, letra “a”
Técnicas de Entrevistas	Presente no currículo do CIAA, letra “b”
Fatores Materiais	Presente no currículo do CIAA, letra “d”
Motores	Ausente no currículo do CIAA
Aspectos Técnicos de Acidentes Espaciais	Ausente no currículo do CIAA
Explosivos	Ausente no currículo do CIAA
Colisões Espaciais	Ausente no currículo do CIAA
Operações de Lançamento	Ausente no currículo do CIAA
Introdução à Tecnologia de Foguetes	Ausente no currículo do CIAA
Ciências Atmosféricas	Ausente no currículo do CIAA
Meteorologia Aeroespacial	Ausente no currículo do CIAA
Trajetoграфия e Tratamento de Dados	Ausente no currículo do CIAA
Satélites Artificiais e Sondas	Ausente no currículo do CIAA
Integração e Testes de Sistemas Espaciais	Ausente no currículo do CIAA

Fonte: O autor

No tocante às habilidades, diante do resultado geral de 9 habilidades enumeradas como fundamentais pelos investigadores especialistas, apenas 8 foram identificados no currículo do CIAA, a ICA 37-357. Dessa forma, chegou-se ao resultado de que referente às habilidades, o CIAA proporciona 88,88% das necessidades pontuadas pelos especialistas. A fim de destacar os resultados obtidos, apresenta-se o quadro a seguir das habilidades enumeradas pelos especialistas em relação ao currículo do CIAA.

Tabela 10 - Habilidades enumeradas pelos especialistas em relação ao currículo do CIAA

Redigir Relatórios	Presente no currículo do CIAA, letra “e”
Gerenciar processos de investigação de acidentes	Presente no currículo do CIAA, letra “a”
Identificar evidências espaciais nos destroços – Laboratório	Ausente no currículo do CIAA
Entrevistar testemunhas	Presente no currículo do CIAA, letra “b”
Realizar levantamento fotográfico	Presente no currículo do CIAA, letra “b”
Montar croqui	Presente no currículo do CIAA, letra “b”
Liberar equipes	Presente no currículo do CIAA, letra “a”
Realizar análises	Presente no currículo do CIAA, letra “e”
Realizar Ação Inicial	Presente no currículo do CIAA, letra “a”

Fonte: O autor

Dessa forma, chegou-se ao resultado de que o Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos proporciona 21% de conhecimentos e 88% de habilidades aos investigadores para o modal espacial. Diante dos percentuais, é verificado em que medida o CIAA proporciona os

conhecimentos e habilidades fundamentais aos investigadores SIPAER, para desempenharem suas atividades no segmento espacial, atingindo o objetivo geral da pesquisa. Durante a coleta e análise dos dados foram observados os preceitos de Fleury e Fleury (2001) para o termo competência, e Sacristán (2000) quando abrange o termo currículo.

Dessa maneira, o objetivo do artigo foi atingido em sua plenitude, destacando-se o percentual que o CIAA proporciona de conhecimentos e habilidades necessárias aos investigadores encarregados do *GoTeam*, para investigação de ocorrências em lançamentos espaciais.

5 CONCLUSÃO

Destarte, a atividade de investigação de ocorrências aeronáuticas no Brasil é bem fundamentada e reconhecida pela comunidade internacional da aviação, evidenciado pela posição de destaque do país na Organização da Aviação Civil Internacional.

No entanto, no escopo da investigação de ocorrências espaciais, o Brasil encontra-se na fase de desenvolvimento inicial e estruturação dessa importante atividade.

A busca pelo domínio espacial é elencada como prioridade destacada na Estratégia Nacional de Defesa (END) e no documento estratégico Força Aérea 100, a DCA 11-45.

É mister que a nação possua o setor espacial estruturado e desenvolvido, principalmente na área de defesa, a fim de que a independência tecnológica seja alcançada, trazendo vantagens significativas para o país.

Com a ratificação do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas (AST) pelo Brasil, projeta-se uma expectativa de aumento no número de lançamentos espaciais, visto a possibilidade de exploração de empresas privadas nacionais ou internacionais.

Especificamente o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), denominado recentemente como Centro Espacial de Alcântara (CEA), oferece vantagens econômicas competitivas no cenário mundial devido a sua posição geográfica bastante favorável ao lançamento.

O programa espacial brasileiro, no tocante ao desenvolvimento de veículos de lançamentos de satélites, teve sua trajetória fortemente impactada nas últimas três décadas devido a três acidentes.

Os três lançamentos de veículos do programa espacial brasileiro sofreram acidentes catastróficos, o VLS, VSB40 e o VSB-30. Destacou-se a tragédia ocorrida em 2003, que após a explosão minutos antes do lançamento vitimou vinte e uma pessoas no local.

Além da perda inestimável dos profissionais altamente capacitados, milhares de dólares de prejuízo foram contabilizados e o progresso do segmento espacial foi severamente afetado.

Nesse contexto, percebe-se a grande importância da prevenção reativa de acidentes no âmbito de lançamentos espaciais. Atividade que fomenta a proteção dos recursos humanos e materiais, amplamente utilizada nos países desenvolvidos.

Segundo Souza (2019), a metodologia SIPAER, *Fault Tree Analysis (FTA)*, largamente utilizada na investigação de acidentes aeronáuticos, mostrou-se plenamente adequada e viável à investigação espacial.

Com a atribuição à FAB sobre a responsabilidade de investigação de acidentes espaciais, por meio do CENIPA, surgiu a necessidade de analisar as competências dos recursos humanos alocados a essa importante atividade.

No Brasil, o CENIPA, como órgão central do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), possibilita as competências necessárias aos investigadores de ocorrências aeronáuticas, tanto para os recursos humanos civis e militares, por meio do Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos (CIAA).

Entretanto, para o novo modal referente ao espaço surgiu o problema de pesquisa para avaliar em que medida o CIAA proporciona competências necessárias aos investigadores. Com isso, nasceu o objetivo geral da pesquisa em identificar o quanto o CIAA capacita os investigadores ao segmento espacial.

Levantou-se a hipótese de que os conhecimentos e habilidades desenvolvidas no CIAA pudessem subsidiar algumas áreas de conhecimentos e práticas para investigação espacial, porém outras áreas específicas necessitavam ser identificadas para capacitação destes profissionais.

Em se tratando de competência, além de conhecimento e habilidade, uma parcela significativa de teóricos adiciona o atributo atitude ao arcabouço da palavra. Devido ao acesso restrito a documentação referente aos cursos internacionais na área do espaço, o presente trabalho limitou-se a analisar conhecimentos e habilidades necessárias aos profissionais do SIPAER.

A fim de verificar as competências necessárias à atividade de investigação espacial, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica e documental, buscando o conhecimento científico disponível em organismos nacionais e internacionais, com a aplicação do método Delphi, por meio do consenso dos especialistas, investigadores do *GoTeam* do CENIPA.

Na primeira rodada do método Delphi, foi levantada a matriz referente aos conhecimentos necessários aos investigadores, totalizando 21 conhecimentos pelos especialistas. Em referência às habilidades necessárias foram elencados 9 atributos.

Na segunda rodada do método Delphi, para determinação das competências, quando a concordância é considerada aceitável ($C_c > 60\%$), chegou-se ao resultado de 19 conhecimentos e 9 habilidades necessárias aos investigadores do modal espacial.

No intuito de verificar as competências desenvolvidas pelo CIAA, foi realizada análise documental no currículo mínimo do CIAA, a ICA 37-357/2027 identificando-se os conhecimentos e habilidades previstas a serem desenvolvidas no curso.

Em análise comparativa entre os resultados obtidos pelo método Delphi e os resultados da pesquisa documental do currículo mínimo do CIAA, chegou-se à conclusão de que o CIAA proporciona 21% dos conhecimentos e 88% das habilidades necessárias à investigação do segmento espacial.

Dessa forma, atingiu-se o objetivo geral da pesquisa em que medida o Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos proporciona os conhecimentos e habilidades fundamentais aos investigadores SIPAER, para desempenharem suas atividades no modal espacial.

A fim de ampliar os estudos referente à capacitação dos investigadores SIPAER no segmento espacial, sugere-se trabalhos científicos no tocante a interação homem-máquina com a presença de astronautas nas campanhas de lançamentos espaciais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 1.224/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a reedição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira - Volume 1 (DCA-1-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 205, f. 14971, 12 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Estratégia Nacional de Defesa. Brasília, 2017

_____. Portaria no 189/GC3, de 30 de janeiro de 2017. **Aprova a 1ª modificação da Concepção Estratégica - Força Aérea 100**. Boletim do Comando da Aeronáutica, Brasília, DF, n. 18, 1o fev. 2017b. DCA 11-45.

COMAER. Comando da Aeronáutica (COMAER). **MCA 3-6: Manual de Investigação do SIPAER**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/mca-manual-do-comando-daaeronautica?download=154:mca-3-6-2017>>. Acesso em: 19 fev. 2022.

DALKEY, N. S.; ROURKE, D. L. "**Experimental Assessment of Delphi Procedures with Group Value Judgment**", Rand Corporation, R612-ARPA, 1971.

FLEURY, M. T.; FLEURY, A. **Construindo o conceito de competência**. In: Revista de Administração Contemporânea, São Paulo, v. 5, p. 183-196, dez. 2001. (Edição Especial)

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KREJCIE, R. V.; MORGAN, D. W. **Determining sample size for research activities**. Educational and Psychology. Measurement. 30: 607-610. 1970.

NASA. NPR 8715.3C, **NASA General Safety Program Requirements**, Washington, DC. 2008.

NASA. NASA/SP-2011-3423, **NASA Accident Precursor Analysis Handbook**, Washington, DC. 2011.

NIXON, J., BRAITHWAIT, G. R., 2018. "**What do aircraft investigators do and what makes them good at it?**": Developing a competency framework for investigators using grounded theory. Qualit. Res. 13, 190–197. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753517306409>. Acesso em: 19 fev. 2022.

PALMÉRIO, A. F. **Introdução à Tecnologia de Foguetes**. 1. ed. São José dos Campos: Sindct, 2016. 304 p.

RESENDE, E. **A força e o poder das competências: conecta e integra: competências essenciais, competências das pessoas, competências de gestão, competências organizacionais**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

SACRISTÁN, J. G. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SILVA, W. K. L.; GRANDE, E. T. G.; OLIVEIRA, D. C. de. Study of the Brazilian Amazonia-1 satellite and its trajectory: Systematic Mapping and Documentary Analysis of Historical – Official Artifacts. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. e29011225894, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i2.25894. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25894>. Acesso em: 23 fev. 2022.

SOUZA, Raul. **Guia técnico de ação inicial de investigação de acidentes aeronáuticos com aeronaves de asas fixas de acordo com técnicas recomendadas internacionalmente**. Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica - Instituto Tecnológico da Aeronáutica. São José dos Campos, 2012.

SOUZA, C. M. **INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES EM LANÇAMENTOS ESPACIAIS NO BRASIL**: uma proposta de metodologia nacional. Universidade da Força Aérea. Rio de Janeiro, RJ, 2021.

STRAUCH, B. **Can we examine safety culture in accident investigations, or should we?** *Safety Science*, 77, 102–111. 2015.

WEINERT, F.E. & HELMKE, A. (Eds.). **Concepts of Competence**. Weinheim: Psychology Verlags Union. 1999.

ZARIFIAN, P. **Objetivo competência**: por uma nova lógica. São Paulo: Atlas, 2008.

APÊNDICE A – Questionário



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

Prezado investigador,

A fim de consubstanciar o trabalho científico sobre o tema “Em que medida o Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos (CIAA) proporciona a capacitação para o desempenho das atividades de investigação ocorrências espaciais, aos investigadores do CENIPA (*GoTeam*)”, verifico a possibilidade de vossa participação voluntária, por ocasião do Curso Avançado de Comando e Estado-Maior (CACEM 2022), da Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica.

Este instrumento de pesquisa tem a finalidade de identificar a percepção dos investigadores sobre o tema. Os dados coletados serão analisados visando à confecção de um Artigo Científico.

A respeito das perguntas, não existem respostas certas ou erradas. O único propósito do questionário é conhecer a sua opinião sobre o assunto em tela. Desse modo, não há necessidade de se identificar, e reforço que sua percepção é de extrema relevância para este trabalho.

Muito obrigado pela sua paciência e participação.

Respeitosamente,

Daniel Barbosa Amancio Ten Cel Av
Oficial-Aluno do CACEM 2022

TEMA: Em que medida o Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos (CIAA) proporciona a capacitação para o desempenho das atividades de investigação ocorrências espaciais, aos investigadores do CENIPA (*GoTeam*).

1. Tendo como base a experiência de V.Sa. em investigação de acidentes aéreos, quais são os conhecimentos necessários aos investigadores de ocorrências espaciais?

Entenda por CONHECIMENTO como sendo as informações, fatos, procedimentos e conceitos que o investigador do CENIPA precisa SABER.

Cite no mínimo 06 conhecimentos necessários aos investigadores. (Exemplos: Introdução à Astronáutica, Sistemas de Solo, Ambiente Espacial, Fatores Humanos, Cultura, Tecnologia de Foguetes etc.)

2. Tendo como base a experiência de V.Sa. em investigação de acidentes aéreos, quais são as habilidades necessárias aos investigadores de ocorrências espaciais?

Entenda por HABILIDADE como sendo a capacidade de colocar seus conhecimentos em ação para gerar resultados, domínio de técnicas, talentos, capacidades – SABER FAZER.

Cite no mínimo 06 habilidades necessárias aos investigadores. (Exemplos: Redigir relatórios, gerenciar processos de investigação, Identificar Evidências nos destroços Espaciais, Entrevistar Testemunhas, Levantamento Fotográfico etc.)