



UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AEROESPACIAIS

CLOVIS MARTINS DE SOUZA, TCEl Av

INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES EM LANÇAMENTOS ESPACIAIS NO BRASIL:
uma proposta de metodologia nacional

Rio de Janeiro

2021

UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AEROESPACIAIS

CLOVIS MARTINS DE SOUZA T Cel Av

INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES EM LANÇAMENTOS ESPACIAIS NO BRASIL:
uma proposta de metodologia nacional

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciências Aeroespaciais da Universidade da Força Aérea, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Aeroespaciais.
Orientador: Cel Refm Prof. Dr. Flavio Neri Hadmann Jasper

Rio de Janeiro

2021

Souza, Clovis Martins de

S729

Investigação de acidentes em lançamentos espaciais no Brasil: uma proposta de metodologia nacional / Clovis Martins de Souza. – Rio de Janeiro: Universidade da Força Aérea, 2021.
154 f.: il., enc.

Orientadora: Flavio Neri Hadmann Jasper.

Dissertação (mestrado) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2021.

Referências: f. 110-113

1. Metodologia. 2. Investigação. 3. Foguete. 4. Acidentes I. Título. II. Jasper, Flavio Neri Hadmann. III. Universidade da Força Aérea.

CDU: 629.73



UNIVERSIDADE DA FORÇA AÉREA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AEROSPACIAIS

CLÓVIS MARTINS DE SOUZA

INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES EM LANÇAMENTOS ESPACIAIS NO BRASIL: UMA
PROPOSTA DE METODOLOGIA NACIONAL

Dissertação aprovada pelos membros da Banca Examinadora, no dia 26 de maio de 2021, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Aeroespaciais pela Universidade da Força Aérea.

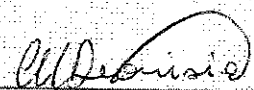
Rio de Janeiro, RJ, 26 de maio de 2021.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. FLÁVIO NERTINADMANN JASPER – UNIFA
Presidente da Banca Examinadora


Prof. Dr. GILLS VILAR LOPES – UNIFA


Prof. Dr. ANTONIO RAMALHO DE SOUZA CARVALHO – DCTA/FAAP


Prof. Dr. CARLOS CESAR DE CASTRO DEONÍSIO – UNIFA

Dedico primeiramente ao bom Deus, por escutar meus inúmeros lamentos quando colocava a cabeça no travesseiro, muitas vezes às 2 horas da manhã.

E ainda, à minha família, que soube compreender a ausência e até mesmo o meu mau humor, resultado da necessidade de refazer trechos e trechos da dissertação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Orientador, que hoje posso chamar de amigo e, porque não, de um segundo pai. Acompanhou-me nessa caminhada longa e difícil, mas que foi possível chegar ao final graças à orientação primorosa e paciente desse meu amigo quase incansável.

Muitos foram os problemas de ordem pessoal que quase me fizeram desistir, mas ele sempre ao meu lado apoiando e dando um suporte que me criava uma vontade de não o decepcionar.

Ainda meus sinceros agradecimentos à NASA, que respondeu às indagações realizadas, encaminhando dados que foram de vital importância para o andamento desta pesquisa.

Ao Instituto de Aeronáutica e Espaço, na figura de seu diretor, Brigadeiro Engenheiro Demétrio, que permitiu o encaminhamento dos documentos que foram vitais para este estudo.

Ao amigo Engenheiro Mauro Melo Dolinsky, com seus mais de 50 anos de experiência na área espacial, e com quem tive o privilégio de trabalhar, meu mais profundo respeito e reconhecimento.

Ao Centro de Investigação de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), representado pelo Cel Av Mota e Maj Voltolini, e ao Estado-Maior da Aeronáutica (EMAER), na figura do meu grande amigo T Cel Cortat. Todos me apoiaram e deram importância a esta pesquisa, fazendo com que o árduo trabalho valesse à pena.

Assim, com a plena finalização deste trabalho, ressalto que esse mérito é nosso, meu grande amigo Orientador. Realmente se vai mais longe quando se vai bem acompanhado.

Novamente meu muito obrigado, e termino como sempre terminamos nossas inúmeras trocas de mensagens:

“Ao bom combate!”

“Não existe caminho fácil da terra às estrelas”
(SÊNECA, Roma 65 d.C)

RESUMO

Acidentes sempre ocorreram e sempre irão ocorrer, mas foi com a primeira revolução industrial, com seus inúmeros acidentes, que a busca por desenvolver metodologias de investigação, buscando as causas de tais ocorrências, fez-se necessária. Observa-se que não poderia ser menos importante, a aplicação de tais metodologias, envolvendo os acidentes com veículos espaciais, que possuem um grande potencial de causar mortes. Assim, esta pesquisa identificou algumas metodologias de investigação de acidentes existentes no mundo, analisou a metodologia utilizada pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), nos acidentes aeronáuticos, e sua possível convergência com acidentes em lançamentos espaciais, analisou a compatibilidade de uma metodologia com o Acordo de Salvaguardas Tecnológicas (AST) e, propôs uma metodologia de investigação de acidentes que melhor se adapte aos lançamentos espaciais no Brasil. Para tanto, numa abordagem qualitativa, com o método de Estudo de Caso, foram analisados e comparados os relatórios de investigação dos acidentes dos foguetes brasileiros: Veículo Lançador de Satélites (VLS) ocorrido em 2003, do acidente com o Veículo Suborbital com Sistema de Reentrada Atmosférica (VS40-SARA) em 2015 e do acidente ocorrido com o Veículo Suborbital Brasileiro (VSB-30) em 2016, todos lançados do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA). Assim, esta pesquisa confirmou a compatibilidade da metodologia de investigação utilizada pelo CENIPA, para realização das futuras investigações que se fizerem necessárias em caso de acidentes envolvendo veículos espaciais, lançados em território brasileiro, permitindo assim uma padronização de uma metodologia que já foi aceita pelo CENIPA, e que será implementada por meio de Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA) que foi proposta nesta pesquisa.

Palavras-chave: Metodologia. Investigação. Foguete. Acidentes

ABSTRACT

Accidents have always occurred and will always occur, but it was with the first industrial revolution, with its countless accidents, that the search for developing research methodologies, searching for the causes of such occurrences, was necessary. It is observed that the application of such methodologies, involving space vehicle accidents, which have a great potential to cause deaths, could not be less important. Thus, this research identified some accident investigation methodologies existing in the world, analyzed the methodology used by the Center for Investigation and Prevention of Aeronautical Accidents (CENIPA), in aeronautical accidents, and their possible convergence with accidents in space launches, analyzed the compatibility of a methodology with the Technological Safeguards Agreement (AST) and, proposed an accident investigation methodology that best adapts to space launches in Brazil. analyzed and compared the investigation reports of Brazilian rocket accidents: Satellite Launch Vehicle (VLS) occurred in 2003, the accident with the Suborbital Vehicle with Atmospheric Reentry System (VS40-SARA) in 2015 and the accident occurred with the Suborbital Vehicle (VSB-30) in 2016, all launched from the Alcântara Launch Center (CLA). Thus, this research confirmed the compatibility of the research methodology used by CENIPA, to carry out future investigations that are necessary in the event of accidents involving space vehicles, launched in Brazilian territory, thus allowing a standardization of a methodology that has already been accepted by CENIPA, and which will be implemented through the Aeronautical Command System Standard (NSCA) that was proposed in this research.

Keywords: Methodology. Investigation. Rocket. Accidents.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Teoria do Queijo Suíço29
- Figura 2 – Dificuldade de Investigação31
- Figura 3 – Total de Lançamentos por Ano46
- Figura 4 – Taxa global de falhas em lançamentos47
- Figura 5 – Número de lançamentos Orbitais por Nações: 1989-201748
- Figura 6 – Falhas Globais por Sistema49
- Figura 7 – Falhas por Sistema (USA)50
- Figura 8 – Taxa de lançamentos USA x Rússia50
- Figura 9 – Taxa de falhas de lançamentos USA x Rússia51
- Figura 10 – Média de lançamentos por Ano - USA51
- Figura 11 – Média Móvel das falhas nos lançamentos dos USA52
- Figura 12 – Média de lançamentos por Ano - Rússia53
- Figura 13 – Média Móvel das falhas em lançamentos - Rússia54
- Figura 14 – Previsão global de acidentes em lançamentos55
- Figura 15 – Total de Lançamentos - Brasil (1965 - 2019)56
- Figura 16 – Estrutura Básica da Árvore de Falhas58
- Figura 17 – Estrutura MORT59
- Figura 18 – Estrutura MES60
- Figura 19 – Estrutura CTM61
- Figura 20 – Modelo de relatório SCAT62
- Figura 21 – Estrutura AEB64
- Figura 22 – Exemplo de estrutura TRIPOD65
- Figura 23 – Estrutura ISIM66
- Figura 24 – Estrutura WAIT67
- Figura 25 – Configuração do VLS75
- Figura 26 – TMI antes do acidente77
- Figura 27 – TMI após o acidente77
- Figura 28 – Configuração do VS40 SARA81
- Figura 29 – Representação Esquemática do SARA - Lançamento, órbita e recuperação82
- Figura 30 – VS40 SARA no lançador antes do acidente84
- Figura 31 – VS40 SARA no momento do acidente84

Figura 32 – Configuração do VSB-3090

Figura 33 – VSB-30 no lançador antes do acidente93

Figura 34 – VSB-30 Carga útil recuperada após o acidente93

Figura 35 – Dificuldade de Investigação Adaptado99

Figura 36 – Capa NSCA114

Figura 37 – Capa_2 NSCA115

Figura 38 – Portaria de Aprovação_NSCA116

Figura 39 – Sumário_NSCA117

Figura 40 – Sumário_NSCA118

Figura 41 – Capítulo 1119

Figura 42 – Capítulo 1120

Figura 43 – Capítulo 1121

Figura 44 – Capítulo 1122

Figura 45 – Capítulo 1123

Figura 46 – Capítulo 1124

Figura 47 – Capítulo 1125

Figura 48 – Capítulo 1126

Figura 49 – Capítulo 2127

Figura 50 – Capítulo 3128

Figura 51 – Capítulo 3129

Figura 52 – Capítulo 4130

Figura 53 – Capítulo 4131

Figura 54 – Capítulo 4132

Figura 55 – Capítulo 4133

Figura 56 – Capítulo 4134

Figura 57 – Capítulo 4135

Figura 58 – Capítulo 5136

Figura 59 – Capítulo 5137

Figura 60 – Capítulo 6138

Figura 61 – Capítulo 6139

Figura 62 – Capítulo 6140

Figura 63 – Capítulo 7141

Figura 64 – Capítulo 8142

Figura 65 – Capítulo 8143

Figura 66 – Capítulo 9144

Figura 67 – Capítulo 9145

Figura 68 – Capítulo 10146

Figura 69 – Capítulo 10147

Figura 70 – Capítulo 11148

Figura 71 – Referências149

Figura 72 – Ofício do CLA informando do uso da metodologia de investigação150

Figura 73 – ATA CENIPA151

Figura 74 – ATA CENIPA assinaturas152

Figura 75 – Terceiro Despacho do DCTA ao EMAER com parecer favorável ao CENIPA como coordenador das investigações espaciais153

Figura 76 – Quarto Despacho do EMAER ao CENIPA considerando o CENIPA como coordenador para investigações espaciais154

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das Metodologias de Investigação apresentadas68

Tabela 2 – Características do Veículo - VLS75

Tabela 3 – Características do Veículo - VS40 SARA82

Tabela 4 – Características do Veículo - VSB-3090

Tabela 5 – Comparativo dos Casos96

Tabela 6– Resumo das Metodologias de Investigação aplicáveis à investigação espacial102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEB – Agência Espacial Brasileira

AEB – Accident Evolution and Barrier function

AST – Acordo de Salvaguardas Tecnológicas

CCISE – Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais

CDR – Critical Design Review

CEA – Centro Espacial de Alcântara

CENIPA – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

CGO – Coordenador Geral da Operação

CLA – Centro de Lançamento de Alcântara

CLBI – Centro de Lançamento da Barreira do Inferno

CTA – Centro Técnico de Aeronáutica ou Centro Técnico Aeroespacial

CTM – Causal Tree Method

DCA – Diretriz do Comando da Aeronáutica

DCTA – Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial

DEPED – Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento

DTCEA – Departamento Técnico de Controle do Espaço Aéreo

EMAER – Estado-Maior da Aeronáutica

EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica

END – Estratégia Nacional de Defesa

ESA – European Space Agency

EUA – Estados Unidos da América

FAA – Federal Aviation Administration

FAB – Força Aérea Brasileira

FTA – Fault Tree Analysis

IAE – Instituto de Aeronáutica e Espaço

ICAO – International Civil Aviation Organization

IFI – Instituto de Fomento e Coordenação Industrial

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPA – Instituto de Psicologia da Aeronáutica

IPM – Inquérito Policial Militar

ISIM – Integrated Safety Investigation Methodology

MCA – Manual do Comando da Aeronáutica

MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

MD – Ministério da Defesa

MES – Multilinear Events Sequencing

MORT – Management Oversight and Risk Tree

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NSB – Norske Statesbaner

NSCA – Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica

NTSB – National Transportation Safety Board

ONU – Organização das Nações Unidas

OSV – Oficial de Segurança de Voo

PEB – Programa Espacial Brasileiro

PEMAER – Plano Estratégico Militar da Aeronáutica

PESE – Programa Estratégico de Sistemas Espaciais

PNAE – Programa Nacional de Atividades Espaciais

PND – Política Nacional de Defesa

PPGCA – Programa de Pós-Graduação em Ciências Aeroespaciais

SCAT – Systematic Cause Analysis Technique

SIPAER – Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

TMI – Torre Móvel de Integração

TRIPOD – Tactical Reconstruction Information Pod

UE – União Europeia

UEL – Universidade Estadual de Londrina

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UNIFA – Universidade da Força Aérea

URSS – União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

US – United States

USA – United States of America

VLM – Veículo Lançador de Microssatélites

VLS – Veículo Lançador de Satélites

VS – Veículo Suborbital

VS40 SARA – Veículo Suborbital 40 com Sistema Autônomo de Reentrada Atmosférica

VSB – Veículo Suborbital Brasileiro

WAIT – Work Accidents Investigation Technique

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS		12
1	INTRODUÇÃO	17
1.1	O Problema	19
1.2	Justificativa	21
1.3	Revisão da Literatura	23
1.4	Fundamentação Teórica	29
1.5	Metodologia	33
1.6	Estrutura do Trabalho	37
2	A BUSCA PELO DOMÍNIO ESPACIAL	38
2.1	Principais Normas para o uso do Espaço.....	40
2.2	O uso comercial do Espaço	43
2.3	O AST como marco para futuros lançamentos comerciais.....	44
3	ACIDENTES COM VEÍCULOS ESPACIAIS NO MUNDO	46
3.1	Acidentes com veículos espaciais no Brasil	55
3.2	Acidentes Espaciais: possibilidades de metodologias de investigação.....	56
3.3	A metodologia de investigação do CENIPA e a sua aplicação para área espacial.....	71
4	INVESTIGAÇÕES DOS ACIDENTES ESPACIAIS BRASILEIROS	74
4.1	O acidente do VLS.....	74
4.2	O acidente do VS-40 SARA	80
4.3	O acidente do VSB-30	89
4.4	Comparativo dos casos estudados	95
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	98
5.1	Proposta de Metodologia de Investigação.....	103
5.2	Validação da metodologia proposta.....	105
6	CONCLUSÃO	106
REFERÊNCIAS.....		110
APÊNDICE A – PROPOSTA DE NORMA DE INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS ESPACIAIS CONDUZIDAS PELO ESTADO BRASILEIRO.....		114
ANEXO A OFÍCIO DO CLA INFORMANDO DO USO DA METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO		150
ANEXO B ATA CENIPA SOBRE O USO DA NSCA PROPOSTA E DA POSSIBILIDADE DA INSERÇÃO DA DISCIPLINA NA FORMAÇÃO DOS INVESTIGADORES		151
ANEXO C TERCEIRO DESPACHO DO DCTA AO EMAER ACEITANDO O CENIPA COMO COORDENADOR PARA INVESTIGAÇÕES ESPACIAIS		153

ANEXO D	QUARTO DESPACHO DO EMAER AO CENIPA CONSIDERANDO O
CENIPA COMO COORDENADOR PARA INVESTIGAÇÕES ESPACIAIS	154

1 INTRODUÇÃO

Os acidentes organizacionais são eventos raros, mas geralmente catastróficos, que ocorrem em tecnologias modernas complexas, como usinas nucleares, aviação comercial, indústria petroquímica, plantas de processos químicos, transportes marítimos e ferroviários, bancos e estádios (REASON, 2016).

Acidentes ocorrem e sempre irão ocorrer, cabendo ao homem a decisão de investigar ou não suas causas. Ao optar pela investigação, busca-se evitar que o acidente se repita, fazendo com que as lições do acontecido sejam aprendidas e divulgadas, visando ao impedimento de uma intercorrência da mesma situação geradora do acidente.

Com a primeira revolução industrial e o surgimento de fábricas, vários foram os problemas com acidentes encontrados na linha de produção em série, recém-criada. Desta maneira, a investigação surgiu com a finalidade de determinar as causas dos acidentes para que estes não mais ocorressem, buscando, inicialmente, a continuidade da produção, minimizando os prejuízos.

Com o decorrer do tempo, houve a evolução das metodologias de investigação, inclusive com a criação de grupos responsáveis pela prevenção e investigação de acidentes de trabalho, assim como a aplicação de tais metodologias no setor aeronáutico.

Conforme citado por Oakley (2012), a investigação de acidente é:

[...] um processo estruturado que tenta descobrir a sequência de eventos que produziram ou tiveram o potencial de causar ferimentos, morte ou danos à propriedade, para que fatores causais possam ser determinados e ações corretivas possam ser tomadas (OAKLEY, 2012, p.23).

Desta forma, conforme defendido pelo autor, um processo de investigação estruturado é importante para evitar a intercorrência do fato gerador do acidente, e que não seria menos importante sua utilização em investigação de acidentes com veículos espaciais, foco deste estudo.

Alinhado à Oakley (2012), a Força Aérea¹ em seu Glossário define investigação como:

¹ A Força Armada Brasileira é a Aeronáutica, conforme o art. 142 da CF de 1988, mas o termo Força Aérea, sigla (FAB), é mais conhecida, e foi utilizada neste trabalho como sinônimo. Portanto, para este estudo os termos Aeronáutica e Força Aérea serão considerados sinônimos.

Processo conduzido com o propósito de prevenção de acidente e que compreende a coleta e a análise de informação, a obtenção de conclusões, incluindo a determinação das causas e, quando for o caso, a formulação de recomendações de segurança. (BRASIL, 2001, p.85).

Com a corrida espacial, os acidentes com foguetes se tornaram parte do cotidiano do mundo, como se observou na corrida americana, que no período de 1963 a 1969, foram reportados 10.000 acidentes/incidentes em seu programa espacial, sendo que do montante citado, 508 dos acidentes/incidentes ocorreram durante várias fases do Programa *Apollo* e outros programas espaciais tripulados (NASA, 2020).

Criado em 12 de outubro de 1965, o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno

(CLBI) realizou os primeiros lançamentos de veículos de sondagem atmosférica no Brasil. Posteriormente, na década de 80, o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), no Maranhão, foi inaugurado, com o objetivo de lançar foguetes de médio e grande portes para inserção de satélites em órbita (PALMÉRIO, 2016).

Desde então, já foram lançados no Brasil, até 2019, 3.532 veículos de variadas dimensões, nesta busca pela independência brasileira no uso do espaço (CLA; CLBI, 2020).

Em 2019, o Acordo de Salvaguardas Tecnológicas (AST) foi aprovado pelo Congresso Nacional Brasileiro e sancionado pelo presidente da república. O acordo permite que países amigos, ou mesmo empresas privadas, possam utilizar as estruturas do CLA para realizar seus lançamentos. Abre-se assim a possibilidade do acréscimo do número de operações de lançamento no país e, portanto, o aumento da possibilidade de acidentes envolvendo veículos espaciais no Brasil.

Vale ressaltar que, conforme citado pela Agência Espacial Brasileira (AEB) e o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), não existe no Brasil uma metodologia padronizada de investigação para os acidentes envolvendo veículos espaciais lançados em território nacional.²

Dado ao exposto, surge a necessidade de o Brasil possuir uma metodologia para realizar as investigações de possíveis acidentes envolvendo veículos espaciais, mais especificamente aqueles que por ventura venham a ocorrer no Centro de Lançamento de Alcântara, surgindo assim o problema de pesquisa.

2 Informação fornecida pela AEB por meio do e-mail recebido em 10 de Junho de 2020.

1.1 O Problema

A busca pela conquista do espaço requer grande incremento tecnológico que vem associado ao desenvolvimento de protótipos de veículos espaciais. Apesar de seguir parâmetros de segurança e requisitos especificados em legislação e normas pertinentes quando de sua construção, os acidentes com veículos espaciais são uma realidade.

Logo, sabendo que a busca pela conquista espacial está diretamente ligada a testes com veículos espaciais com seus sistemas complexos, muitas vezes em estágio inicial de desenvolvimento, a possibilidade de acidente se torna uma realidade, confirmando o defendido por Perrow (1999):

Em vez disso, vou me debruçar sobre características de tecnologia de alto risco³ que sugerem que, por mais eficazes que sejam os dispositivos de segurança convencionais, existe uma forma de acidente que é inevitável. Isso não é uma boa notícia para sistemas com alto potencial catastrófico, como usinas nucleares, sistemas de armas nucleares, produção de DNA recombinante, ou até navios que transportam cargas altamente tóxicas, ou explosivas. (PERROW, 1999, p. 17, tradução nossa)

Com a aprovação do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas existe a possibilidade do incremento dos lançamentos espaciais no país. Assim, é importante que o Brasil não se isente da responsabilidade pela investigação de possíveis acidentes ocorridos com veículos, nacionais ou estrangeiros, lançados no Centro de Lançamento de Alcântara, visto que, além do acordo, ainda é signatário de Tratado da ONU intitulado: “Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, Inclusive a Lua e Demais Corpos Celestes”, que cita:

Todo Estado-Parte do Tratado que proceda ou mande proceder ao lançamento de um objeto ao espaço cósmico, inclusive à Lua e demais corpos celestes, e **qualquer Estado-Parte, cujo território ou instalações servirem ao lançamento de um objeto, será responsável do ponto de vista internacional pelos danos causados a outro Estado-Parte do Tratado ou a suas pessoas** naturais pelo referido objeto ou por seus

3 Conforme citado (PAÍSES BAIXOS, 2012) Risco: situação ou circunstância indesejável que tem probabilidade de ocorrer e com potencial consequência negativa em um projeto e Alto Risco: estado onde um nível aceitável de risco é excedido ocasionando: fatalidade, lesão ou doença ocupacional, danos ao foguete ou local de lançamento/instalações, danos a um elemento de uma interface tripulada, sistema de voo, as principais funções de um sistema de voo em si, poluição do meio ambiente, atmosfera ou espaço sideral ou danos à propriedade pública ou privada.

elementos constitutivos, sobre a Terra, no espaço cósmico ou no espaço aéreo, inclusive na Lua e demais corpos celestes.(BRASIL, 2003, p.6, art 7º).

Assim, visto que o Brasil não deve se eximir dos danos causados, é possível perceber a necessidade, em caso de um acidente, que o país proceda uma investigação de forma criteriosa.

Com a proximidade do lançamento do Veículo Lançador de Microssatélites (VLM-1), previsto para 2023, e do voo do Veículo Suborbital 50 (VS50), previsto para 2022, e ainda com a possibilidade da realização de lançamentos de países amigos, ou de empresas privadas, utilizando a estrutura de apoio do CLA, haverá um aumento da cadência de lançamentos.

Portanto, em caso de possíveis acidentes, conforme preveem os principais acordos para o uso do espaço nos quais o Brasil é partícipe, a responsabilidade da segurança e investigação é do país lançador, e não somente do “dono” do veículo (BRASIL, 2003).

Conforme já citado, o Brasil não possui uma metodologia de investigação padronizada para que seja aplicada quando da ocorrência de um acidente em uma operação de lançamento espacial.

Uma vez que o país terá que cumprir seu papel de investigar possíveis acidentes nos lançamentos espaciais que ocorrerem em território nacional, o problema de pesquisa surgiu: “Qual o método a ser utilizado, no Brasil, para sistematizar de forma adequada, uma investigação de acidentes em lançamentos espaciais em consonância com as diretivas estabelecidas no Acordo de Salvaguardas Tecnológicas?”

Com o intuito de orientar a busca por respostas ao problema de pesquisa, o seguinte Objetivo Geral (OG) foi definido: Propor uma metodologia de investigação de acidentes que, em consonância com as diretivas do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas, se adapte às novas demandas dos lançamentos espaciais no Brasil.

Assim, os Objetivos Específicos (OE) delimitaram o caminho a ser percorrido auxiliando na busca da resposta pretendida:

- 1) Analisar a convergência de uma metodologia de investigação nacional com o Acordo de Salvaguardas Tecnológicas.
- 2) Identificar as metodologias de investigação de acidentes utilizadas no mundo.

- 3) Analisar a metodologia de investigação utilizada pelo CENIPA nos acidentes aeronáuticos, e sua possível convergência com acidentes em lançamentos espaciais.
- 4) Analisar os acidentes ocorridos com o VLS, VS40 SARA e VSB-30, e identificar a metodologia utilizada e a convergência nas metodologias empregadas.

Por conseguinte, foram analisadas e comparadas as investigações realizadas nos acidentes do Veículo Lançador de Satélites (VLS), Veículo Suborbital 40 com Sistema Autônomo de Reentrada Atmosférica (VS40 SARA) e Veículo Suborbital Brasileiro 30 (VSB30), com o intuito de verificar se foi aplicada alguma metodologia de investigação, e ainda, comparar a metodologia utilizada em acidentes aeronáuticos investigados pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos e sua possível compatibilidade com uma investigação envolvendo veículos espaciais.

1.2 Justificativa

A importância da conquista do espaço para as nações está relacionada à independência tecnológica e, conseqüentemente, gera a melhoria da qualidade de vida de sua população advinda de tal conquista (PALMERIO, 2016). Baseado nisso, é possível observar que tal busca pode vir acompanhada de eventuais incidentes ou acidentes que não são desejáveis, mas que historicamente fazem parte do desenvolvimento de qualquer nova tecnologia, como pode ser verificado ao observarmos o programa espacial de países que são referências na área espacial, como EUA, Rússia e União Europeia. Onde podemos verificar os inúmeros acidentes ocorridos durante o desenvolvimento dos seus programas espaciais.

A relevância deste estudo é ressaltada no momento em que foi realizada a assinatura do AST que permitiu a abertura do Centro de Lançamento de Alcântara para acordos de lançamentos de veículos espaciais de inúmeros países.

Tal abordagem se justificou para o apoio à conquista dos objetivos estratégicos da Força Aérea, citados na Diretriz do Comando da Aeronáutica (DCA) 11-45 (Concepção Estratégica Força Aérea 100) e dos objetivos do Programa Nacional de Atividade Espaciais (PNAE) do governo brasileiro, uma vez que o lançamento e a inserção em órbita de uma carga útil por meio de um veículo nacional faz parte do referido Programa.

No que tange ao citado na Diretriz do Comando da Aeronáutica, esta alinha-se ao AST quando cita:

“[...] a Força Aérea também progride na fronteira espacial, buscando estabelecer a mesma dinâmica empregada no espaço aéreo, proporcionando ao País soluções de uso do espaço exterior adequadas às nossas realidades, utilizando as parcerias dentro e fora do Brasil, com ênfase no compartilhamento dual dos sistemas e equipamentos disponibilizados. (BRASIL, COMANDO DA AERONÁUTICA, 2018, p.13)

As atividades espaciais são capitaneadas pela Agência Espacial Brasileira (AEB), tendo a Força Aérea, representada pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), como braço técnico e de desenvolvimento do referido projeto VLM-1, além de estar alinhado com o Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE), com a Política Nacional de Defesa (PND) e a Estratégia Nacional de Defesa (END).

As investigações dos acidentes do Veículo Lançador de Satélites (VLS), Veículo Suborbital 40 com Sistema Autônomo de Reentrada Atmosférica (VS40-SARA) e Veículo Suborbital Brasileiro 30 (VSB-30), foram realizadas com base em boas práticas, resultado das experiências tácitas daqueles que já participavam de lançamentos há anos. Já o maior acidente do VLS, que acabou por ceifar vidas, as investigações contaram com o apoio indireto, apenas como observadores, de uma equipe da Agência Espacial Russa, mas sem que eles influenciassem no andamento do processo investigativo ou que sugerissem uma metodologia de investigação (PALMÉRIO, 2016).

Dado o exposto, este trabalho evolui na área de investigação de acidentes. Assim, Reason (2016) afirma existirem dois tipos de acidentes, aqueles que ocorrem com indivíduos e os que ocorrem com as Organizações.

Conforme citado por Perrow (1999) o risco de um acidente nunca será eliminado dos sistemas de alto risco. Desta forma, este trabalho se torna de grande valia para o Programa Espacial Brasileiro, dada a complexidade dos seus sistemas, custo e riscos associados.

Ainda, vale ressaltar o alinhamento do trabalho com as linhas de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Ciências Espaciais (PPGCA) da Universidade da Força Aérea (UNIFA), quais sejam:

Poder Aeroespacial Brasileiro, Segurança e Defesa: Estuda-se, nesta linha de pesquisa, o papel do Poder Aeroespacial no atendimento às demandas formuladas pela política de Estado brasileira. Fomentam-se estudos que permitam analisar, interpretar e compreender de que maneira

fatores como as políticas públicas influenciam no emprego do Poder Aeroespacial, como instrumento de projeção do Poder Nacional, nas vertentes da Segurança e da Defesa. Visa a otimização de processos e o subsídio a planejamentos que digam respeito ao preparo e emprego do Poder Aeroespacial (UNIFA, 2018, online).

Com o uso dual da tecnologia de lançamentos de foguetes, é possível contemplar o alinhamento com esta linha de pesquisa. Sendo assim, o resultado deste trabalho permite o uso de uma metodologia de investigação tanto para lançamentos militares quanto os civis, demonstrando seu ajustamento com as políticas de Estado brasileiras.

E ainda:

Relação entre Estados, Pensamento Estratégico Contemporâneo e Poder Aeroespacial: Esta linha de pesquisa dedica-se ao estudo da relação entre os Estados, que pode gerar necessidades de cooperação e colaboração entre o Brasil e demais países, em tempos de paz. E, que, em caso de conflito armado, afetam o emprego do Poder Aeroespacial. Parte-se da premissa que políticas originárias de outros países pertencentes à comunidade internacional e a atuação de atores não estatais são capazes de influenciar a condução dos assuntos relacionados ao Poder Aeroespacial. Sendo este um instrumento de poder e de política do Estado, torna-se um fator destacado na garantia da soberania de nossa nação e da sociedade brasileira como um todo. Além disso, devido às suas múltiplas dimensões, o Poder Aeroespacial tem impacto em setores primordiais para o desenvolvimento econômico do país, como aqueles relacionados, por exemplo, à Ciência e Tecnologia, Pesquisa e Desenvolvimento (UNIFA, 2018, online).

Com a assinatura AST, e com as normas internacionais nas quais o Brasil é signatário, este trabalho poderá auxiliar o país na execução de suas obrigações legais quando realizando lançamentos espaciais em cooperação com outros Estados.

Por fim, faz-se ainda mais importante por auxiliar na descoberta dos fatores que causaram um acidente, como defendido por Oakley (2012), permitindo que ações corretivas possam ser tomadas, minimizando a possibilidade da intercorrência do mesmo tipo de acidente.

1.3 Revisão da Literatura

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, documental e exploratória. No que tange aos documentos e livros que foram utilizados, alguns exemplos serão citados.

Começando pela Política Nacional de Defesa (PND) e Estratégia Nacional de Defesa (END) que são documentos governamentais que orientam a Defesa brasileira. Fazendo parte de seu conteúdo a necessidade da busca pela conquista espacial,

sendo considerada um setor estratégico para o Brasil. Assim, é citado na PND o seguinte:

“Para que o desenvolvimento e a autonomia nacionais sejam alcançados é essencial o domínio crescentemente autônomo de tecnologias sensíveis, principalmente nos estratégicos setores espacial, cibernético e nuclear” (BRASIL, 2012a, p.19).

E ainda cita:

“Os setores espacial, cibernético e nuclear são estratégicos para a Defesa do País; devem, portanto, ser fortalecidos” (BRASIL, 2012a, p.33).

E na END a importância da conquista brasileira do ciclo completo do uso do espaço⁴ é assim citada:

Independência nacional alcançada pela capacitação tecnológica autônoma, inclusive nos estratégicos setores espacial, cibernético e nuclear. Não é independente quem não tem o domínio das tecnologias sensíveis, tanto para a defesa, como para o desenvolvimento (BRASIL, 2012b, p.45, grifo nosso).

Reforçando ainda:

Os setores espacial e cibernético permitirão, em conjunto, que a capacidade de visualizar o próprio País não dependa de tecnologia estrangeira e que as três Forças, em conjunto, possam atuar em rede, instruídas por monitoramento que se faça também a partir do espaço (BRASIL, 2012b, p.49).

Para que seja possível atingir os objetivos citados anteriormente, tanto na PND quanto na END, faz-se necessário que o Brasil possua o domínio completo do ciclo de lançamento espacial, nisso inclui-se a capacidade do país de realizar sua própria investigação de possíveis acidentes que venham a ocorrer em seus lançamentos. Isto posto, percebe-se o alinhamento de tais documentos com o objetivo desta pesquisa

Outro documento importante para o estudo em pauta é o Acordo de Salvaguardas Tecnológicas (AST) que conforme citado no pôster do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) apresentado aos congressistas brasileiros é:

[...] um instrumento assinado entre dois países em que estes se comprometem a proteger as tecnologias das partes. Além de uma declaração

4 **Ciclo completo do uso do espaço:** possuir Centro de Lançamento e operá-lo, fabricar seu próprio veículo lançador, assim como o satélite que será embarcado, inseri-lo em órbita e realizar o controle de solo da carga satelizada.

de confiança, é uma condição obrigatória para o uso do Centro Espacial de Alcântara (CEA) como base de lançamento de objetos espaciais de quaisquer países que possuam componentes americanos. O formato do acordo é utilizado por países como China, Ucrânia, Rússia, Índia, Nova Zelândia e está dentro de uma praxe internacional (BRASIL, 2019, p.4).

Assim, o referido Acordo, já em vigor, poderá incrementar o número de lançamentos espaciais no Brasil com seus possíveis ganhos para o Programa Espacial Brasileiro (PEB), e o mesmo ainda cita:

Na eventualidade de falha de lançamento, o Governo da República Federativa do Brasil deverá permitir que Participantes Norte-americanos **auxiliem** na busca e recuperação de todos e quaisquer componentes e/ou destroços de Veículos de Lançamento dos Estados Unidos da América, Espaçonaves dos Estados Unidos da América e/ou Equipamentos Afins, **no(s) local(is) do acidente que esteja(m) sujeito(s) à jurisdição ou controle da República Federativa do Brasil.** O Governo da República Federativa do Brasil deverá assegurar que equipes de busca e emergência do Governo dos Estados Unidos da América tenham acesso ao(s) local(is) do acidente. Se houver razão para acreditar que a busca e recuperação de componentes e/ou destroços de Veículos de Lançamento dos Estados Unidos da América, Espaçonaves dos Estados Unidos da América e/ou Equipamentos Afins afetarão os interesses de um terceiro Estado, as Partes imediatamente entrarão em consultas com o governo daquele Estado com o objetivo de coordenar procedimentos para realizar as operações de busca, **sem prejuízo dos direitos e obrigações de todos os Estados envolvidos em conformidade com o Direito Internacional, inclusive aqueles oriundos do Acordo sobre o Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico, de 22 de abril de 1968** (BRASIL, 2020, art.8, grifo nosso).

Conforme o exposto no artigo do AST citado, observa-se que uma metodologia padronizada de investigação poderá contribuir sobremaneira no bom andamento do Acordo, permitindo o cumprimento pela parte brasileira da integralidade do artigo citado. Assim como permitirá um maior alinhamento com as obrigações previstas no Acordo sobre o Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico, de 22 de abril de 1968, da Organização das Nações Unidas (ONU), assinado pela maioria dos países, inclusive o Brasil.

Já o Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE) estabelece a estratégia de implantação de longo prazo dos projetos de sistemas espaciais de defesa com o uso compartilhado (militar e civil), respeitadas as peculiaridades de cada sistema.

Permite, portanto, a integração entre as Forças Armadas e entidades governamentais e privadas no quesito de aplicações espaciais de forma coordenada, integrada e harmônica. Isto posto, é possível observar que o referido programa se alinha com o buscado nesta pesquisa, visto que o domínio do ciclo completo de um

lançamento espacial irá requerer a capacidade de investigar possíveis falhas ocorridas em lançamentos, atendendo ao uso dual do meio espacial.

No que tange ao Programa Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER), este documento determina as estratégias que devem ser seguidas pela Força Aérea em seus planejamentos estratégicos de curto, médio e longo prazos, incluindo os projetos relacionados ao setor espacial que são de responsabilidade da FAB.

A Diretriz do Comando da Aeronáutica (DCA) 11-45, Concepção Estratégica Força Aérea 100, teve por finalidade estabelecer objetivos e diretrizes para elaboração de planejamentos para toda a Força Aérea, no seu desempenho, tanto na paz quanto na guerra. Assim, a referida documentação faz-se necessária neste trabalho por definir objetivos e estratégias da área espacial, tema deste estudo.

Os relatórios de três acidentes ocorridos com veículos espaciais lançados no CLA foram alvos de estudo neste trabalho, e a escolha dos referidos documentos será melhor explicitada na seção que trata da metodologia da pesquisa. Os seguintes relatórios foram analisados:

- Relatório de Investigação Acidente VLS (Operação São Luís);
- Relatório de Investigação Acidente VS-40M SARA (Operação São Lourenço);
e
- Relatório de Investigação Acidente VSB-30 (Operação Rio Verde).

A análise dos relatórios citados permitiu verificar os passos seguidos durante a investigação dos acidentes e, assim, identificar qual metodologia foi utilizada em cada um dos acidentes, alinhando-se ao tema central deste estudo, outorgando apoio à resposta ao problema de pesquisa.

O Manual do Comando da Aeronáutica (MCA 3-6) intitulado Manual de Investigação do Sistema de Prevenção e Investigação de Acidentes da Aeronáutica (SIPAER) foi utilizado com o intuito de se verificar a metodologia aplicada na investigação dos acidentes aeronáuticos no Brasil. Salienta-se que tal documentação foi confeccionada pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) em alinhamento com as instruções da (*International Civil Aviation Organization*) ICAO, ou seja, do *Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation – Part IV*.

Em complemento ao documento anteriormente citado, a Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA 3-13) conhecida como “Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil conduzidas pelo Estado Brasileiro”, também foi utilizada. Norma que tem por finalidade estabelecer protocolos, responsabilidades e atribuições para investigação de acidentes aeronáuticos relacionados à aviação civil.

Portanto, alinha-se a esta pesquisa, pois no CLA poderão ser lançados veículos civis, de empresas privadas, sendo possível fazer um paralelo com a aviação civil.

Coube à Agência Espacial Brasileira (AEB), como órgão regulador dos lançamentos espaciais no Brasil, a confecção de regulamentos para o funcionamento seguro dos Centros de Lançamento. Consequentemente, os regulamentos relacionados à segurança estão alinhados com este trabalho e foram analisados quanto a sua possível aderência a uma metodologia de investigação para acidentes com veículos espaciais.

Com relação aos livros que serviram como referência teórica a este estudo, foram utilizados: *Managing the Risks of Organization Accidents* de Reason (2016) e *Human Error*, também de Reason (2009). Renomado autor, que com suas teorias da influência do fator organizacional e humano na ocorrência dos acidentes, é reconhecido mundialmente como referência no assunto.

Já o autor do livro: “Introdução à Tecnologia de Foguetes”, Palmério (2016), foi parte integrante da história do desenvolvimento do primeiro lançador de satélites brasileiro, o VLS. É referência no Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), inclusive tendo participado como membro da Comissão Técnica de Investigação do Acidente do VLS-1 V03. Assim, coaduna com o objetivo desta pesquisa ao dar embasamento teórico quanto à importância da construção de um veículo espacial para o Brasil.

Quando grandes pensadores da geopolítica, como Mackinder e Spykman falaram respectivamente: “que quem domina a Eurásia, domina o Mundo, e ao dominar as *Rimlands* domina-se a Eurásia, e desta forma o mundo”, não imaginavam a possibilidade da evolução do cenário de suas teorias para “quem domina o Espaço, domina o mundo”

Nesta nova linha se apresenta o americano Dolman (2002) que, em seu livro “*Astro-politik: Classical Geopolitics in the Space Age*”, usa o termo como a extensão

das teorias da geopolítica global no século XIX e XX para o vasto contexto da conquista humana do espaço exterior e, diz que os formuladores de políticas devem estar preparados para lidar com um futuro competitivo e dominado pelo Estado no espaço.

Em seu livro, Dolman (2002) adapta a realidade da busca da conquista espacial com conceitos clássicos de geopolítica, demonstrando a importância que um programa espacial terá para a inserção de um país em uma nova geopolítica mundial que ele chamou de Astropolítica. Assim, com a busca brasileira por tal conquista, suas ideias se alinham com a busca desta pesquisa, servindo a este trabalho como mais um de seus referenciais teóricos.

Em “Investigação de Acidentes: encontrando a saída”, Sampaio (2020) demonstra em seu livro uma metodologia de investigação a ser seguida para que se alcance a causa raiz do acidente, o mesmo pode ser encontrado no livro “*Accident: Investigation Techniques*” de Oakley (2012) sobre metodologias de investigação. Tais metodologias serviram como base de comparação com as utilizadas nos acidentes que foram estudados nesta pesquisa.

Perrow (1999) em seu livro “*Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*” cita a necessidade de estarmos preparados para os acidentes, uma vez que a humanidade se encontra inserida em mundo onde a tecnologia de alto risco tem se tornado parte do cotidiano (PERROW, 1999).

“A maioria dos sistemas de alto risco possui algumas características especiais, além dos perigos tóxicos, explosivos ou genéticos, que tornam os acidentes inevitáveis, até mesmo “normais” (PERROW, 1999, p.18, tradução nossa).

Tal afirmação vai ao encontro dos lançamentos espaciais, com seus sistemas de alto risco, como o uso de toneladas de combustíveis altamente inflamáveis, assim como toda a complexidade associada em uma operação de lançamento espacial.

Com relação à Teoria Geral dos Sistemas, utilizou-se Bertalanffy, o autor que é considerado o pai da teoria de sistemas que permitiu, com suas teorias de sistemas abertos, interligar todos os conceitos relacionados à investigação deste trabalho.

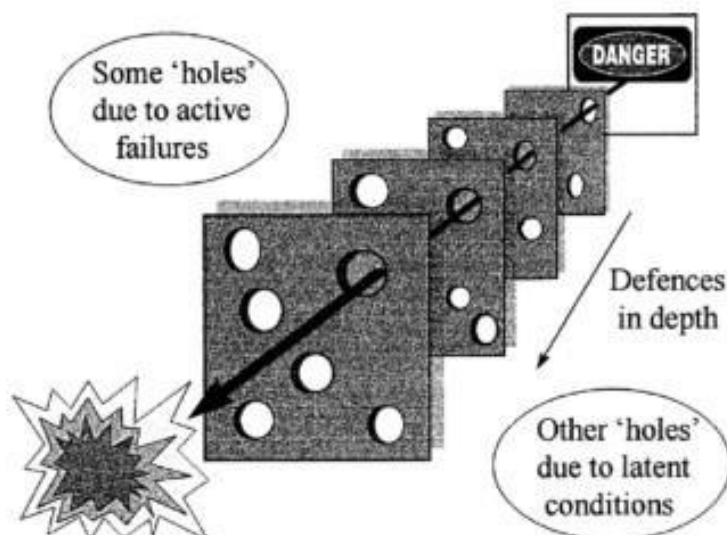
Vale ressaltar, que as principais plataformas de pesquisas acadêmicas, como Scielo e Periódicos Capes, são carentes no tema de investigação de acidentes no que tange a lançamentos espaciais. Contudo, é vasto o número de material envolvendo metodologias e protocolos de investigação de acidentes envolvendo a aviação, tanto

civil quanto militar, assim como para áreas fabris. Por isso, foram utilizados neste trabalho, referenciais relacionados à aviação e setores industriais, dada a carência de publicações da área espacial neste assunto.

1.4 Fundamentação Teórica

Na bibliografia que serviu como base teórica para a pesquisa, buscou-se alinhamento, visto que este estudo se trata de investigação de acidentes, com a teoria de Reason (2016). O autor buscou explicar como surgem os acidentes com sua teoria do “Queijo Suíço”, onde cita a existência de causas múltiplas, e não uma causa única para que a sequência de eventos de um acidente ocorra.

Figura 1 - Teoria do Queijo Suíço



Fonte: REASON (2016)

Conforme pode ser observado na Figura 1, a condição necessária para um acidente organizacional é a conjunção de um conjunto de buracos nas sucessivas defesas, permitindo que perigos entrem em contato prejudicial com pessoas e bens.

Isto posto, Reason (2016) destaca que as investigações têm por objetivo encontrar condições latentes que possam induzir situações propícias às falhas ativas.

Este estudo utilizou, além da teoria do “Queijo Suíço”, a Teoria Geral de Sistemas proposta por Bertalanffy (2015), que defendia que um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos em inter-relação entre si e com o meio ambiente.

Assim sendo, é possível fazer um paralelo entre as ideias de Reason (2016) com as teorias de Bertalanffy (2015) quanto às várias influências (partes independentes) que acabam por contribuir para um acidente.

Esse pensamento foi ainda compartilhado por Perrow em seu livro “*Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*”: “O termo estranho, acidente “normal”, pretende sinalizar que, dadas as características, interações múltiplas e inesperadas, as falhas são inevitáveis “ (PERROW, 1999, p.21).

“O ponto de vista sistêmico penetrou e provou ser indispensável numa grande variedade de campos científicos e tecnológicos” (BERTALANFFY, 2015, p. 11). E não seria diferente neste estudo, que focou em veículos espaciais, domínio tecnológico buscado por grande parte dos países.

Mas quando se chega aos mísseis balísticos ou aos veículos espaciais, estes engenhos têm de ser constituídos pela reunião de componentes originados em tecnologias heterogêneas, mecânicas, eletrônicas, químicas, etc. As relações entre o homem e a máquina passam a ter importância e entram também em jogo inumeráveis problemas financeiros, econômicos, sociais e políticos. (BERTALANFFY, 2015, p.22).

O defendido por Bertalanffy (2015) demonstra a estreita relação com os preceitos de Reason (2016) em seu livro “*Managing the Risks of Organizational Accidents*” onde são consideradas as relações entre a Organização, o homem e a máquina quando da ocorrência de um acidente.

Perrow, alinha-se à Bertalanffy quando diz: “O risco nunca será eliminado dos sistemas de alto risco e nunca eliminaremos mais do que alguns sistemas na melhor das hipóteses” (PERROW, 1999, p. 19, tradução nossa).

Sampaio (2020) em seu livro “Investigação de Acidentes: encontrando a saída”, complementa as ideias dos autores anteriormente citados, corroborando nesta pesquisa ao dizer que: “ Mesmo assim, uma empresa que atue em uma área entendida como “complexa” (como transporte aéreo) não só tem que investigar acidentes complexos como também simples” (SAMPAIO, 2020, I.18), confirmando a necessidade da investigação de acidentes e incidentes ocorridos.

O mesmo autor ainda cita:

Explico-me: a investigação de um acidente em uma pequena indústria de transformação (digamos, de fabricação de pães) difere muito de um acidente aéreo, principalmente por causa de suas típicas complexidades investigativas. Ambos estão em extremos opostos quanto à facilidade de encontrar causas válidas e comprováveis (SAMPAIO, 2020, I.33)

Vale ressaltar que a investigação de acidentes envolvendo veículos espaciais poderá demandar uma complexidade investigativa ainda maior, talvez ainda mais do que à aplicada em acidentes aeronáuticos, como podemos observar no gráfico a seguir.

Figura 2 – Dificuldade de Investigação



Fonte: SAMPAIO (2020)

Dada a complexidade do tema desta pesquisa, associada à complexidade da investigação requerida, é possível ponderar o porquê da necessidade da utilização, neste trabalho, de vários autores para apoiar a fundamentação teórica.

Assim, corroborando com as ideias defendidas por Sampaio (2020), Perrow (1999) cita:

A maioria dessas empresas de alto risco tem potencial catastrófico, a capacidade de tirar a vida de centenas de pessoas de uma só vez, ou encurtar ou aleijar a vida de milhares ou milhões. A cada ano há mais sistemas desse tipo. Essa é má notícia. (PERROW, 1999, p.133, tradução nossa).

Fazendo um paralelo com o citado por Perrow (1999) é possível observar que o Programa Espacial Brasileiro é um desses sistemas de alto risco, que podem ceifar vidas, como o acontecido com o VLS em 2003.

No que tange a este estudo, a definição de acidentes utilizada foi a da NASA que se alinha a Okley (2012):

Uma perturbação grave em uma missão ou programa, geralmente ocorrendo na forma de uma sequência de eventos, que pode causar consequências adversas à segurança, sob a forma de morte, ferimento, doença ocupacional, dano ou perda de equipamento, ou propriedade ou dano ao ambiente. (NASA, 2018, p.23, tradução nossa)

Dado o objetivo deste trabalho, que visa propor uma metodologia para que se realize uma investigação de acidentes envolvendo veículos espaciais, faz-se necessário que a definição do que venha ser uma investigação seja clara e alinhada, por isso a escolha da definição dada por Oakley (2012) que se mostra adequada, dada à complexidade de um acidente com veículos espaciais e seus inúmeros subsistemas complexos. O mesmo é defendido pela NASA no que tange à definição de relatório de investigação:

O relatório de investigação de acidente documenta os fatos associados a um incidente ou acidente, conforme determinado pela autoridade investigadora. No relatório, a autoridade investigadora identifica causas primárias, ou raiz, e possíveis fatores contribuintes, e recomenda ações corretivas para evitar a ocorrência de acidentes semelhantes (NASA, 2018, p.89, tradução nossa).

No foco do arcabouço teórico da possível importância na geopolítica global que o Brasil poderá atingir entre grandes *players* que dominam o ciclo espacial, serviu como apoio a esta pesquisa o autor Dolmann (2005) que, em seu livro “*Astropolitik*”, cita:

“Em sua construção mais estreita, *Astropolitik* é a extensão das teorias principalmente do século XIX e XX da geopolítica global no vasto contexto da conquista humana do espaço sideral”. (DOLMANN, 2005, p.17).

Conforme defendido por Dolmann (2005), as principais teorias da geopolítica não foram esquecidas. Portanto, nesta pesquisa, com a possibilidade do uso dual das tecnologias espaciais, todas as teorias dos autores clássicos sempre estarão servindo de arcabouço teórico. Visto que Dolmann (2005) as utiliza ao descrever as bases geopolíticas para o poder no espaço sideral, e oferece sugestões de domínio de espaço por meio de meios militares.

Uma ótima implantação de ativos espaciais é essencial para a vitória nos atuais campos de batalha terrestres e futuros baseados no espaço. A fim de animar essas posições, e de acordo com os exemplos de Sir Halford Mackinder e Nicholas Spyman, a formulação de um ditado astropolítico neoclássico é estabelecida: Quem controla a órbita baixa da Terra controla o espaço próximo à Terra. Quem controla o espaço próximo à Terra domina a Terra. Quem domina a Terra determina o destino da humanidade. (DOLMAN, 2005, p. 22, tradução nossa)

Como citado por Dolmann (2005), é possível perceber a relação com as principais teorias neoclássicas da geopolítica e a importância da conquista espacial para os países que intencionam se inserir no contexto dessa nova geopolítica.

Palmério (2016), em alinhamento com as ideias de Dolmann (2005) quanto à importância do contexto geopolítico de um programa espacial, cita:

O Brasil tem múltiplas dimensões a serem preservadas e potencializadas por seu povo. Sua posição na América do Sul e no continente americano, sob todos os aspectos imagináveis, é de relevância. A plena dedicação a um Programa Espacial, em coordenação com outros programas de conteúdo científico e tecnológico, permitiria ao Brasil desempenhar o papel de integrador da América Latina e, simultaneamente, de sua integração ao continente, podendo ser tomado como modelo o Programa Espacial Europeu, com as devidas adaptações” (PALMÉRIO, 2016, p. 19).

Por fim, ainda dito por Bertalanffy (2015): “Deveríamos lembrar da máxima kantiana segundo a qual a experiência sem a teoria é cega, mas a teoria sem a experiência é um puro jogo intelectual” (BERTALANFFY, 2015, p.139).

Esta afirmação se alinha com o que foi defendido neste estudo, que ao buscar uma metodologia visou alinhar as boas práticas, resultado das experiências tácitas daqueles que já participavam de lançamentos há anos, com uma teoria.

1.5 Metodologia

Conforme (GIL, 2002), pesquisa é o processo lógico, racional e sistemático que busca a solução de um problema que não se dispõe de informações suficientes ou que, se existirem, não se encontram organizadas, dificultando assim o seu relacionamento como resposta do problema. Por isso, é realizada com base em métodos, técnicas e procedimentos científicos que são organizados em fases, desde a formulação do problema até a apresentação dos resultados.

Esta pesquisa enquadrou-se como teórica do tipo bibliográfica, baseada em fontes primárias e secundárias, com autores consagrados no assunto (GOMES, 2006). Também documental, analisando os documentos brasileiros aderentes com as investigações de acidentes, os relatórios de investigação dos veículos espaciais lançados no Brasil, assim como as legislações do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

Quanto ao objetivo foi considerada exploratória, e ainda vale ressaltar o ineditismo do assunto no Brasil e a falta de dados sobre o tema no país. E, como

método utilizado, optou-se pelo estudo de caso, utilizando-se dos acidentes ocorridos com os veículos VLS, VS40 e VSB30.

A escolha do método é assim citada por Yin (2015): “Em resumo, um estudo de caso permite que os investigadores foquem um “caso” e retenham uma perspectiva holística e do mundo real” (YIN, 2015, p.4).

Para esta pesquisa, considerou-se que o método de Estudo de Caso é o que melhor se adéqua, principalmente no que tange à (casos) múltiplos, como também defendido por Yin (2015): “Apesar de estudos de caso único poderem render *insights* inestimáveis, a maioria dos estudos de casos múltiplos tem a probabilidade de ser mais forte do que os projetos de estudo de caso único” (YIN, 2015, p. 28).

Tal método está ainda alinhado ao que é defendido por Gil (2002) que cita o estudo de caso como limitado a uma ou poucas unidades, que podem ser uma pessoa, uma família, um produto, uma instituição, uma comunidade ou mesmo um país.

Nesta senda, foram comparadas e analisadas as investigações realizadas nos acidentes do VLS, VS40 SARA e VSB30 com o intuito de verificar se foi aplicada alguma metodologia de investigação, e ainda, verificar a metodologia aplicada nos acidentes aeronáuticos investigados pelo CENIPA e sua possível compatibilidade com uma investigação em acidente com veículo espacial.

Esta pesquisa também se enquadrou como aplicada, exploratória com abordagem qualitativa, que busca a compreensão, significados, não exige representatividade amostral, e trabalha com pressupostos (COSTA; COSTA, 2019).

Pela amplitude do tema, investigação de acidentes em lançamentos espaciais, delimitou-se a pesquisa aos lançamentos ocorridos no Centro de Lançamento de Alcântara.

Dado o grande período de existência do Programa Espacial Brasileiro, iniciado na década de 60, considerou-se necessário, também, uma delimitação temporal, devido ao número de lançamentos já ocorridos no Brasil, que somaram até 2019 um total de 3.532 foguetes.

Assim, o foco do trabalho foi o estudo de caso dos veículos lançados em 2003, 2015 e 2016 no que tange aos foguetes: Veículo Lançador de Satélites (VLS), Veículo Suborbital 40 com Sistema Autônomo de Reentrada Atmosférica (VS40-SARA) e o Veículo Suborbital Brasileiro 30 (VSB-30).

Tais veículos foram escolhidos para o estudo pelos seguintes motivos:

- VLS -1 V03: considerado o maior acidente do Programa Espacial Brasileiro, com 21 mortes;
- VS40 SARA: veículo de maior dimensão que seria lançado após o acidente do VLS; e
- VSB30: veículo brasileiro de maior sucesso no exterior, sendo exportado para a Europa desde 2004, já tendo sido lançado fora do país por mais de 25 vezes, e em processo final de transferência de produção para a indústria nacional.

Vale ainda ressaltar que, o uso da proposta de metodologia de investigação sugerida neste trabalho se limita à fase da instalação do veículo/foguete na lança⁵ ou na Torre Móvel de Integração (TMI), até o final de seu voo. Isto, por entender que as metodologias de investigação de acidentes de trabalho, já existentes e consolidadas, suprem de forma favorável possíveis problemas ocorridos nas fases da fabricação até o final do transporte para inserção na área de lançamento.

Assim, foram realizadas buscas nas principais plataformas: Periódicos Capes, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Google Acadêmico, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), entre outros, com o intuito de localizar livros e pesquisas que tratassem do assunto de investigação de acidentes.

O sítio *web* do CENIPA foi utilizado para busca dos principais documentos utilizados nas investigações de acidentes envolvendo aviação, tanto civil quanto militar. Assim como o sítio *web* da NASA, mas com o intuito de buscar documentações e protocolos de investigação relacionados à investigação de acidentes com os foguetes lançados pela citada Agência Espacial.

Foram enviadas consultas por mensagens de *e-mail* às seguintes agências espaciais: NASA (USA), Roscosmos (Rússia), ESA (Europa), com o intuito de descobrir quais as metodologias de investigação as referidas agências utilizavam para investigar os acidentes ocorridos em seus lançamentos espaciais.

5 Lança: Rampa inclinada ou trilho de lançamento onde são instalados os foguetes suborbitais.

Os relatórios de investigação dos acidentes ocorridos com os veículos brasileiros VLS, VS40-SARA e VSB-30, foram solicitados ao Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), para que fossem comparados e analisados no estudo de caso.

Destaca-se que as fases de um estudo de caso: delineamento da pesquisa, desenho da pesquisa, preparação e coleta dos dados, análise dos casos e entre os casos e elaboração dos relatórios, conforme citado por (BRANSKI; FRANCO; LIMA JR., 2017), foram seguidos neste estudo.

Na primeira fase, o delineamento da pesquisa é:

[...] a primeira atividade é a definição clara e precisa do tema que será estudado. Definir um tema é delimitar, dentro de uma área de pesquisa, o objeto que se pretende investigar. Temas bem definidos facilitam o levantamento e a análise da bibliografia. A pesquisa pode ter como objetivo conhecer profundamente um assunto ainda pouco explorado; identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos ou descrever suas características. (BRANSKI; FRANCO; LIMA JR., 2017, p.2)

Assim, conforme já apresentado, o tema foi delimitado em investigação de acidentes com veículos espaciais, e ainda delimitado no espaço e tempo: Alcântara-MA, no Centro de Lançamento de Alcântara, nos anos de 2003, 2015 e 2016, com os veículos VLS, VSB30 e VS40 SARA, e as operações nas quais foram envolvidos.

No que tange as demais fases de um estudo de caso, conforme defendido por (BRANSKI; FRANCO; LIMA JR., 2017), cita-se:

- Preparação e coleta dos dados: foram solicitados ao IAE os relatórios dos acidentes dos veículos; à NASA as informações quanto aos acidentes envolvendo lançamentos espaciais; utilizadas as principais plataformas de pesquisa, como já citado, na busca de artigos que versassem sobre investigação; documentos da Força Aérea e do CENIPA foram selecionados;
- Análise dos casos e entre os casos: os relatórios dos acidentes dos veículos selecionados foram analisados e comparados entre eles; e
- Elaboração dos relatórios: resultados das comparações realizadas gerando uma proposta de metodologia a ser aplicada nos lançamentos brasileiros.

1.6 Estrutura do Trabalho

Este trabalho foi estruturado em seis capítulos onde, no primeiro, é apresentado o problema de pesquisa com seus objetivos, justificativas, métodos de investigação, revisão da literatura e o marco teórico que serviu como base para toda a pesquisa.

No segundo capítulo, uma síntese da busca dos países pelo domínio espacial no mundo, seguido da apresentação dos principais dispositivos do Direito Espacial relacionados ao uso do espaço. Foi discutido ainda neste capítulo o uso comercial do espaço, assim como a assinatura do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas pelo Estado Brasileiro e seu impacto para o futuro dos lançamentos espaciais comerciais no Brasil.

O terceiro capítulo destaca algumas experiências de investigação no mundo e no Brasil, assim como a apresentação da metodologia utilizada pelo CENIPA e sua possível aplicação para área espacial.

No quarto capítulo, encontra-se o estudo de caso dos acidentes envolvendo três dos veículos desenvolvidos e fabricados no Brasil, quais sejam: Veículo Lançador de Satélites (VLS-1), Veículo de Sondagem VS-40 SARA e o Veículo de Suborbital Brasileiro (VSB-30). No final do mesmo capítulo os casos serão comparados.

No penúltimo capítulo, foram realizadas as análises e discussões, finalizando com a conclusão do trabalho no sexto capítulo.

2 A BUSCA PELO DOMÍNIO ESPACIAL

Foguetes foram testados pela primeira vez há mais de 2.000 anos, mas só nos últimos 70 anos essas máquinas foram usadas para aplicações na exploração espacial. Hoje, os foguetes rotineiramente levam sondas para outros planetas em nosso sistema solar, e mais próximo da Terra, carregam satélites ou suprimentos até a Estação Espacial Internacional. Podem, inclusive, retornar à Terra, pousar por conta própria e ser usados novamente (HOWELL, 2018).

O final da Segunda Grande Guerra marcou o início da guerra fria entre duas potências, Estados Unidos da América (EUA) e União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Com um mundo bipolarizado, a corrida armamentista torna-se o foco da geopolítica mundial. Armas nucleares são produzidas e surge a necessidade da demonstração de poder por meio de avanços com tecnologias disruptivas. Marcava-se, nesse período, os primeiros passos que originariam a internet e o início da chamada Corrida Espacial.

Esta corrida, que teve como seu marco inicial o lançamento do primeiro satélite artificial, o SPUTNIK, lançado pela URSS em outubro de 1957, gerando pavor ao povo americano que julgava perder tecnologicamente para os soviéticos e, temiam correr perigo por ter voando sobre suas cabeças um artefato que pudesse colocar em risco a segurança dos EUA, visto que o mundo acabara de conhecer o poder de destruição das armas nucleares (NASA, 2007).

Os fatos históricos permitem avaliar que foi nesse cenário de disputa que a pesquisa espacial se iniciou. No Brasil, com o governo militar, década de 60, a área espacial passa a ser vista como estratégica, com possibilidade de alterar a geopolítica local.

Como resultado, o investimento na área espacial é realizado, no Brasil, com o apoio dos EUA que buscavam a consolidação de suas aéreas de influência na América do Sul e, concomitantemente, levar o homem à Lua antes dos soviéticos, que já haviam colocado Yuri Gagarin como o primeiro ser humano a orbitar a Terra. Assim, contando com o apoio técnico-científico dos EUA, o Brasil inaugura seu primeiro Centro de Lançamento de Foguetes, em Natal-RN, em 1965, após treinar seus militares na NASA (MIRANDA, 2005).

Neste contexto, surge a necessidade brasileira do acesso autônomo ao espaço, ou seja, a necessidade de lançar um foguete que pudesse colocar em órbita

uma carga útil, sendo criado o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), em 1985, com o intuito de ser a “Janela Brasileira para Espaço”. (PALMERIO, 2016)

Com localização privilegiada, próximo à linha do Equador, e com possibilidade de economia de combustível em lançamentos equatoriais, criava-se a possibilidade de competir à altura com as potências do setor espacial e ainda alterar o nível de influência geopolítica do Brasil, não somente na América do Sul como no mundo (PALMÉRIO, 2016).

Ainda, conforme Palmério (2016), o Brasil desenvolveu, entre as décadas de 70 e 90, o Veículo Lançador de Satélites (VLS) com o intuito de lançar seu primeiro satélite em órbita equatorial a 700 km de altura. No primeiro lançamento, em 1997, não houve a ignição de um dos motores do primeiro estágio ocorrendo a destruição do veículo em voo. Dois anos após, em 1999, um novo VLS é lançado, e mais uma nova falha, agora no acendimento do segundo estágio, fazendo com que o foguete exploda no ar. A terceira tentativa, apenas em 2003, foi frustrada com o acionamento inadvertido do motor ainda em solo, gerando a morte de 21 (vinte e uma) pessoas, acarretando na estagnação do projeto, até sua total finalização em 2016.

Tal acidente não permitiu que o Brasil fosse inserido em um contexto geopolítico de poderio militar que foi atingido pela Índia poucos anos depois, que desenvolvia um Programa Espacial muito similar ao realizado pelos brasileiros (PALMÉRIO, 2016).

Neste pensamento de influência geopolítica, pensadores como Mahan (1890) que citava a importância do domínio dos mares para o controle do mundo, Mackinder (1904) com sua teoria do domínio da *Heartland* e a disputa pelo coração do mundo, e Spykman (1944) com sua teoria das bordas *Rimland*, não imaginavam a importância que o domínio espacial teria para influência geopolítica mundial.

Na atualidade, com os EUA criando uma Força Militar Espacial com características defensivas e persuasórias, cria-se uma nova corrida espacial, onde países emergentes tentam desenvolver tecnologias próprias para uso espacial, buscando a independência total de construção e lançamento de veículos espaciais, surgindo a ideia de defesa espacial. Dolmann (2005) destaca: “Mesmo sem armas no espaço, como é a atual condição precária, as missões de apoio militar baseadas no espaço aumentam as capacidades das forças terrestres, aéreas e marítimas para

engajar e destruir com precisão alvos em todo o mundo” (DOLMANN, 2005, p.26, tradução nossa).

Assim, com o avanço tecnológico norte-coreano no desenvolvimento de mísseis transcontinentais, uma nova teoria geopolítica está sendo criada, demonstrando a correta visão das teorias de Dolmann (2005), com a visão do uso pacífico do espaço exterior sendo colocada em segundo plano, independente dos inúmeros tratados assinados, como por exemplo o Acordo da Lua, assinado em 1967 por mais de 98 países, entre eles, EUA, Rússia e China.

Vive-se em um período marcado pela saída de potências como EUA e Rússia de tratados de não proliferação de armas e, também, não se pode desprezar a possibilidade da evasão desses países dos acordos para o uso pacífico do espaço com o avanço da China na área.

Nesse novo cenário, o Brasil ressurgiu com seu Veículo Lançador de Microsatélites (VLM-1), na busca de um posicionamento global, nesse seleto grupo de países com capacidade autônoma de produção veículos e de lançamentos espaciais.

Dado o uso dual de tal tecnologia, e com o novo cenário de poder geopolítico que se apresenta, a conquista brasileira de lançar em território nacional seu próprio veículo, vai ao encontro dos interesses políticos nacionais claramente expostos na Política Nacional de Defesa e na Estratégia Nacional de Defesa. “Os setores espacial, cibernético e nuclear são estratégicos para a Defesa do País; devem, portanto, ser fortalecidos” (BRASIL, 2016b, p.33) e,

Independência nacional alcançada pela capacitação tecnológica autônoma, inclusive nos estratégicos setores espacial, cibernético e nuclear. Não é independente quem não tem o domínio das tecnologias sensíveis, tanto para a defesa, como para o desenvolvimento (BRASIL, 2016a, p.45).

Nesse diapasão, alinhado com seus documentos direcionadores, o Brasil busca alcançar patamares que poderá colocá-lo em um melhor posicionamento no contexto da nova geopolítica, onde o domínio espacial definirá o grau de influência de um país no mundo.

2.1 Principais Normas para o uso do Espaço

O interesse pela conquista espacial e o singular desenvolvimento de veículos de locomoção através do espaço exterior, **alertando para a questão da tecnologia de uso dual**, despertaram a preocupação da comunidade internacional para a necessidade da elaboração de normas reguladoras das atividades espaciais, com o objetivo de garantir a implementação de uma ampla cooperação internacional nos aspectos científico, tecnológico e jurídico. (AEB, 2012, grifo nosso).

Conforme citado, vale ressaltar que dispositivos do Direito Espacial precisaram ser criados. Os aqui apresentados e selecionados foram aqueles já existentes, e aos quais o Brasil é membro integrante. Foram destacados os artigos que, na visão desta pesquisa, devem ser considerados para respaldar uma possível inserção de uma metodologia de investigação de acidentes com veículos espaciais no Brasil.

Neste diapasão, o primeiro dispositivo a ser citado é o “Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, Inclusive a Lua e Demais Corpos Celestes”, de 1968, que em seu artigo 7º cita:

Todo Estado-Parte do Tratado que proceda ou mande proceder ao lançamento de um objeto ao espaço cósmico, inclusive à Lua e demais corpos celestes, e **qualquer Estado-Parte, cujo território ou instalações servirem ao lançamento de um objeto, será responsável do ponto de vista internacional pelos danos causados a outro Estado-Parte do Tratado ou a suas pessoas naturais** pelo referido objeto ou por seus elementos constitutivos, sobre a Terra, no espaço cósmico ou no espaço aéreo, inclusive na Lua e demais corpos celestes. (BRASIL, 2003, p.6, grifo nosso).

Neste contexto, é possível verificar a necessidade, com a consolidação do AST, do Brasil estar capacitado para realizar suas investigações. Visto que como as instalações utilizadas serão do CLA, o país do ponto de vista internacional, conforme citado no referido artigo, será o responsável por eventuais danos causados e, portanto, nada mais alinhado do que realizar as possíveis investigações dos acidentes que ocorrerem nos lançamentos dentro do território nacional.

Reforçando a ideia já citada anteriormente, faz-se necessário ressaltar o citado na “Convenção sobre Responsabilidade Internacional por Danos Causados por Objetos Espaciais”, assinado pelo Brasil em 1973, na ONU, que em seu artigo 5º itens 1 a 3 cita:

1 — Sempre que dois ou mais Estados, juntamente, lancem um objeto espacial, eles serão, solidária e individualmente, responsáveis por quaisquer danos causados.

2 — [...] Os participantes num lançamento conjunto podem concluir acordos quanto à divisão entre si das obrigações financeiras pelas quais eles são, solidária e individualmente responsáveis.

3 — Um Estado de cujo território ou de cujas instalações é lançado um objeto espacial será considerado como Participante no lançamento conjunto. (BRASIL, p.13)

Tal dispositivo reforça a importância da necessidade de o país possuir uma metodologia de investigação condizente com as responsabilidades que assumirá quando da ocorrência de lançamentos em seu território.

Assim, além dos citados, o Brasil é partícipe de outras normas da ONU para o uso do espaço, tais como:

- 1) Acordo sobre Salvamento de Astronautas e Restituição de Astronautas e de Objetos Lançados ao Espaço Cósmico (1973);
- 2) Convenção Relativa ao Registro de Objetos Lançados no Espaço Cósmico (1976);
- 3) Acordo que Regula as Atividades dos Estados na Lua e em Outros Corpos Celestes (1984);
- 4) Declaração dos Princípios Jurídicos Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico (1963);
- 5) Princípios sobre Sensoriamento Remoto (1986);
- 6) Princípios Reguladores do Uso pelos Estados de Satélites Artificiais da Terra para Transmissão Direta Internacional de Televisão (1982);
- 7) Princípios Relativos ao Uso de Fontes de Energia Nuclear no Espaço Exterior (1992); e
- 8) Declaração sobre a Cooperação Internacional na Exploração e Uso do Espaço Exterior em Benefício e no Interesse de Todos os Estados, Levando em especial Consideração as Necessidades dos Países em Desenvolvimento.

No Brasil, podem ser citadas as seguintes normas de amparo à operação de lançamento:

- 1) Lei nº 8.854, de fevereiro de 1994 - Cria, com natureza civil, a Agência Espacial Brasileira - AEB e dá outras providências;
- 2) Portaria AEB nº 27, de 20 de junho de 2001 - Aprova o Regulamento sobre procedimentos e definição de requisitos necessários ao requerimento, avaliação, controle, acompanhamento e fiscalização de licença para execução de atividades espaciais de lançamento no território brasileiro;

- 3) Portaria AEB nº 5, de 21 de fevereiro de 2002 - Aprova o Regulamento sobre procedimentos de autorização para operação de lançamento espacial no território brasileiro.

Desse modo, verifica-se o quão complexo é o arcabouço relacionado ao Direito Espacial para que o Estado possa realizar lançamentos em seu território.

2.2 O uso comercial do Espaço

No geral, o público continua apoiando amplamente a Exploração Espacial tripulada e não tripulada. De acordo com uma pesquisa da *Associated Press* realizada em julho de 2003, 71% dos cidadãos americanos concordam com a afirmação de que o programa espacial é um bom investimento[. . .](TEIGENS, 2019, p.72).

Nesse contexto de apoio da população, que os Estados continuam a investir no uso do espaço. Menos preocupados com a aprovação popular, mas sim com a possibilidade de grandes lucros, que empresas privadas como a *Space X* de Elon Musk, *Virgin Galactic* da Richard Branson ou a *Blue Origin* de Jeff Bezos, disputam.

Em 2040, segundo projeções do Morgan Stanley, a indústria espacial deve faturar US\$ 1,1 trilhão — ante os US\$ 350 bilhões de dois anos atrás. A expectativa é a de que o cosmos se transforme em via de circulação para satélites diminutos, de órbita baixa, programados para coletar dados sobre a Terra e levar internet para os cantos mais remotos do planeta. Haverá empresas lançando regularmente foguetes com destino à Lua ou Marte. Algumas promoverão viagens intergalácticas, enquanto outras se dedicarão à mineração em asteroides. (FRABASILE, 2018, n.p)

Assim, conforme citado por (TEIGENS, 2019) as empresas privadas mudaram dramaticamente o cenário da exploração espacial e continuarão a fazê-lo no futuro próximo.

Ainda, segundo (TEIGENS, 2019), são exemplos de uso comercial do espaço: o lançamento de satélites para transmissão de imagens comerciais, satélites para comunicação e *internet*, além de do turismo espacial, área na qual as empresas se esforçam para reduzir custos e principalmente os riscos associados.

É neste campo fértil para exploração espacial por empresas privadas que o Brasil intenciona ingressar com a promulgação do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas (AST).

2.3 O AST como marco para futuros lançamentos comerciais

O Acordo de Salvaguardas Tecnológicas foi promulgado por meio do Decreto nº 10.220, de 05 de fevereiro de 2020. Documento em que os Estados Unidos permitem que o Brasil lance foguetes e espaçonaves de quaisquer nacionalidades que contenham componentes americanos, mas com fins pacíficos. Foi visto como um marco para desenvolvimento social e econômico para região de Alcântara e como uma grande oportunidade para o avanço do Programa Espacial Brasileiro. (BRASIL, 2019).

Tal acordo está em alinhamento com artigo 9º do “Tratado sobre Princípios Reguladores das Atividades dos Estados na Exploração e Uso do Espaço Cósmico, Inclusive a Lua e Demais Corpos Celestes” no que concerne à cooperação entre países para o desenvolvimento espacial, que cita:

No que concerne à exploração e ao uso do espaço cósmico, inclusive da Lua e demais corpos celestes, os Estados-Partes do Tratado deverão fundamentar-se sobre os **princípios da cooperação e de assistência mútua** e exercerão as suas atividades no espaço cósmico, inclusive na Lua e demais corpos celestes, levando devidamente em conta os interesses correspondentes dos demais Estados-Partes do Tratado [. . .] (BRASIL, 2003, p.6, grifo nosso).

O acordo permitirá a utilização do criado Centro Espacial de Alcântara (CEA), com o uso das instalações e equipamentos já existentes do Centro de Lançamento de Alcântara, permitindo contratos comerciais com empresas, gerando valores para aplicação no Programa Espacial Brasileiro. Possibilitando ao Brasil inserir-se em um mercado espacial global que, na atualidade, está em US\$ 350 bilhões, e que conforme estimativas poderá alcançar cifras da ordem de US\$ 1 trilhão até 2040. (BRASIL, 2019).

Empresas privadas de inúmeros países já demonstraram interesse em realizar seus lançamentos espaciais no CEA, logo após a abertura do Edital 02/2020 “Chamamento Público”, da AEB, disponibilizado em maio de 2020.

O CEA consiste no conjunto de bens e serviços utilizados para o lançamento de veículos espaciais não militares em território nacional, proporcionando uma infraestrutura necessária para dar suporte às atividades específicas de empresas de lançamento. Essa condição é necessária para viabilizar a inserção brasileira no mercado internacional e regional na área espacial (AEB, 2020, n.p).

O interesse de inúmeros países por lançar seus engenhos espaciais a partir do CEA tem explicação no citado no *website* da AEB:

Em termos comparativos, o Centro Espacial de Alcântara possui características únicas como a localização privilegiada dos sítios disponíveis, a aproximadamente 2°18' a sul do equador; proximidade do mar, o que possibilita lançamentos em órbitas polares e equatoriais; baixa densidade demográfica; ausência de incidência de terremotos e furacões; baixa densidade de tráfego aéreo; e localidade ideal para lançamentos sob demanda (responsive launches), entre outras. (AEB, 2020, n.p)

Dado o interesse instigado em vários países e empresas, tanto nacionais como internacionais pelas características citadas, o AST é visto como um grande passo para o avanço do PEB, para o desenvolvimento da Alcântara-MA e do país, permitindo atrair investimentos, assim como o surgimento de uma cadeia produtiva de alto valor agregado, e ainda com a possibilidade de instigar novas atividades econômicas em apoio aos serviços de lançamento. Acrescentando o aceleração do setor de serviços, incluindo o turismo além do incremento da arrecadação de impostos naquela região do país. (BRASIL, 2019).

Dito isto, conforme apresentado neste capítulo, que foi confeccionado tendo como suporte o OE 1, é mister que seja explicado que apesar do número de normas que apoiam a atividade espacial, a não existência de uma que ampare a investigação de possíveis acidentes espaciais que venham ocorrer no território brasileiro, impacta diretamente na imagem no país e no desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro.

Entende-se, portanto, que o Brasil com a possibilidade de incremento dos lançamentos espaciais resultado direto do AST, precisa de uma metodologia de investigação que lhe dê condições de ingressar no seleto clube de países que lançam dispositivos ao espaço e possuem a capacidade de investigar possíveis acidentes e apurar as responsabilidades inerentes em caso de lançamentos comerciais.

Nesse tipo de lançamento, comercial, falhas podem gerar custos para o país. Nesse ínterim, mostra-se necessário que se tenha o conhecimento estatístico de acidentes que ocorreram no Brasil e no mundo visando prever futuros acidentes.

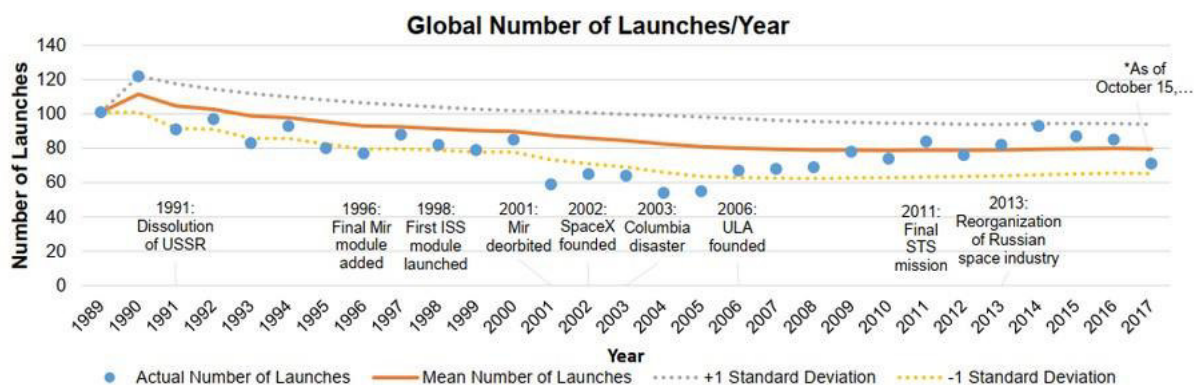
3 ACIDENTES COM VEÍCULOS ESPACIAIS NO MUNDO

Este capítulo e seus subcapítulos foram confeccionados tendo por base os OE 2 e OE 3. Sendo apresentados os acidentes envolvendo lançamentos espaciais que ocorreram em todo o mundo, assim como a seleção de metodologias de investigação desenvolvidas ao longo de décadas, finalizando com a metodologia aplicada pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

Tais eventos foram retratados de forma gráfica, facilitando o entendimento das informações.

Vale ressaltar que somente os foguetes com capacidade de satelização, ou seja, de inserir alguma carga em órbita foram inseridos nos gráficos das figuras.

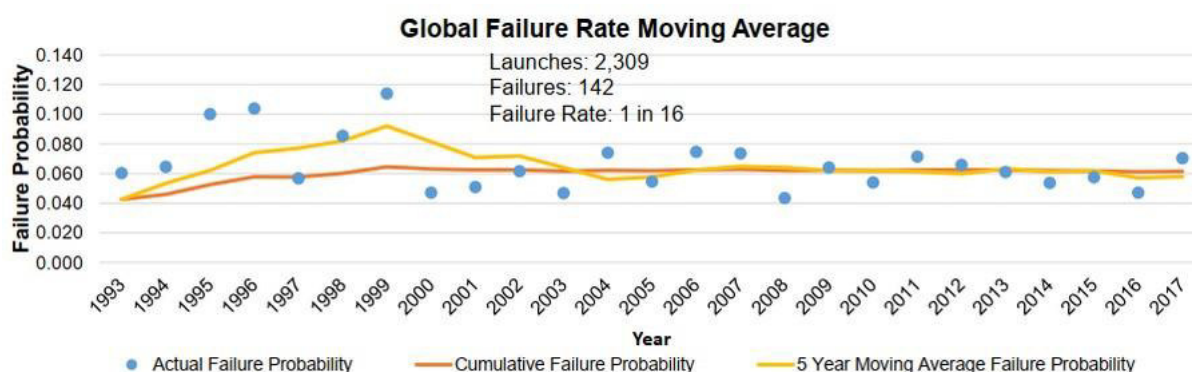
Figura 3 – Total de Lançamentos por Ano



Fonte: NASA (2017)

Assim, o gráfico da Figura 3 demonstra a taxa global de lançamentos envolvendo veículos satelizadores. Verifica-se que a média anual esteve próximo 100 lançamentos por ano, computados no período de 1989 a 2017. Com a inserção de novos *players*, principalmente com a evolução das empresas privadas, espera-se um aumento do número de operações anualmente.

Figura 4 – Taxa global de falhas em lançamentos



Fonte: NASA (2017)

A partir da análise do gráfico da Figura 4 é possível verificar a taxa global de acidentes com veículos espaciais datando de 1993 a 2017, uma taxa de amostragem que se aproxima de 25 anos.

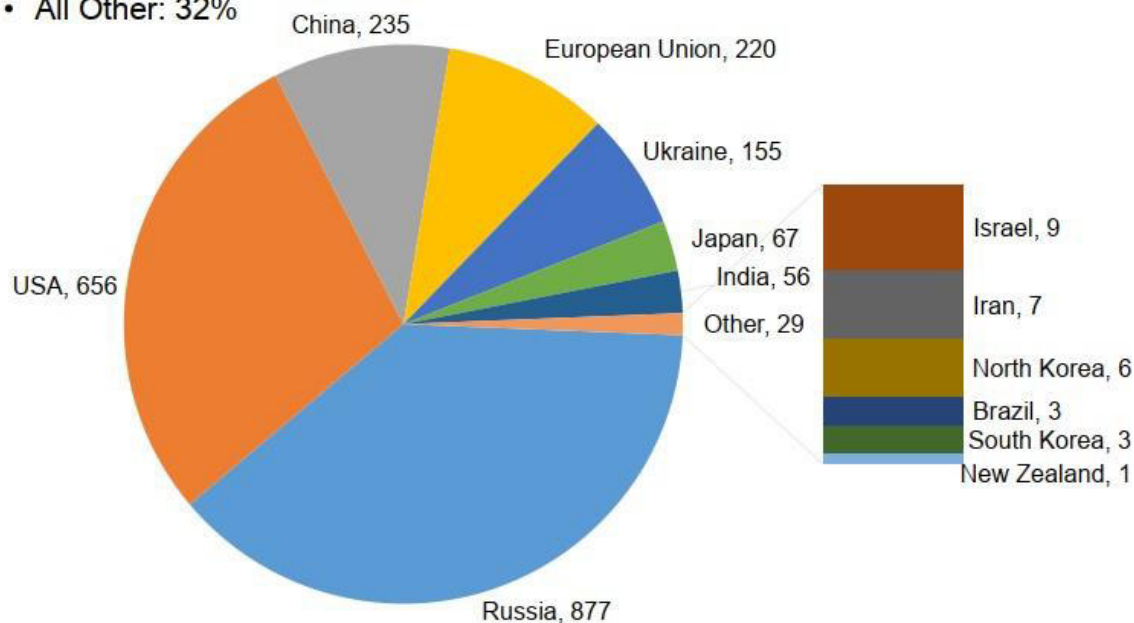
Como demonstrado no gráfico em pauta, foram lançados 2.309 veículos, dos quais 142 falharam. Isto gerou uma taxa de falhas de 1 em 16, ou seja, a média de ocorrência de um acidente a cada dezesseis lançamentos espaciais no mundo.

No gráfico exposto na Figura 5, seguinte, é possível verificar a participação brasileira no total de lançamentos orbitais. Salienta-se que os três lançamentos brasileiros demonstrados são referentes aos três voos do VLS brasileiro, quais sejam: em 1997 o 1º lançamento (VLS-1 V01) que durante seu voo apresentou problemas em um dos motores do primeiro estágio e teve seu voo terminado. No 2º voo (VLS-1 V02), em 1999, houve um problema no acendimento do motor do segundo estágio que ocasionou em sua explosão em voo. No terceiro e último voo (VLS-1 V03), em 2003, houve um acendimento inadvertido do motor em solo, ocasionando na morte de 21 pessoas.

Figura 5 – Número de lançamentos Orbitais por Nações: 1989-2017

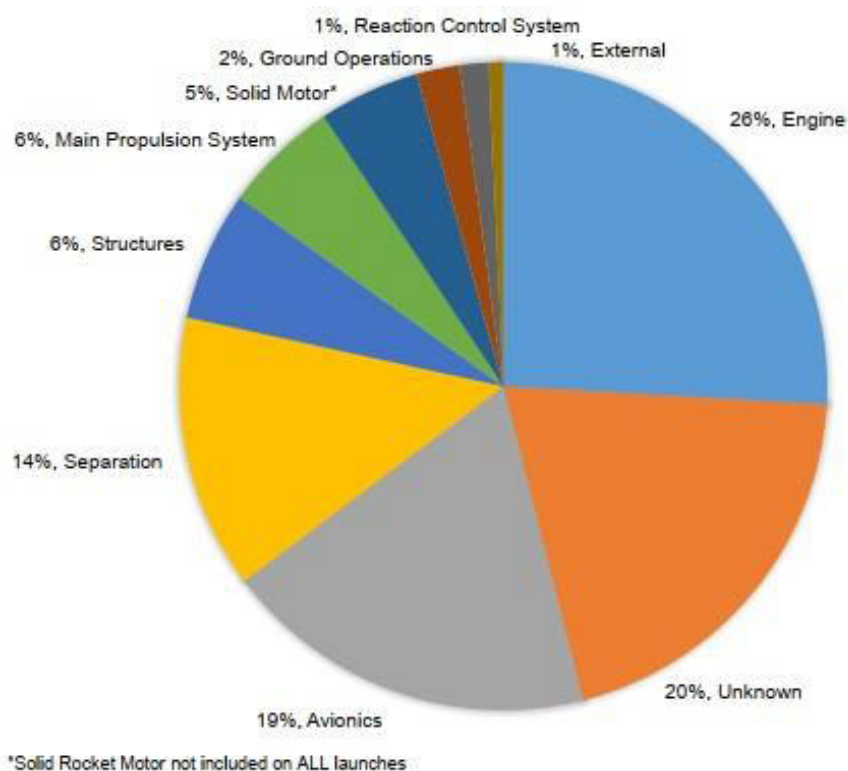
• **Total Orbital Launches: 2,309**

- Russia: 39%
- USA: 29%
- All Other: 32%



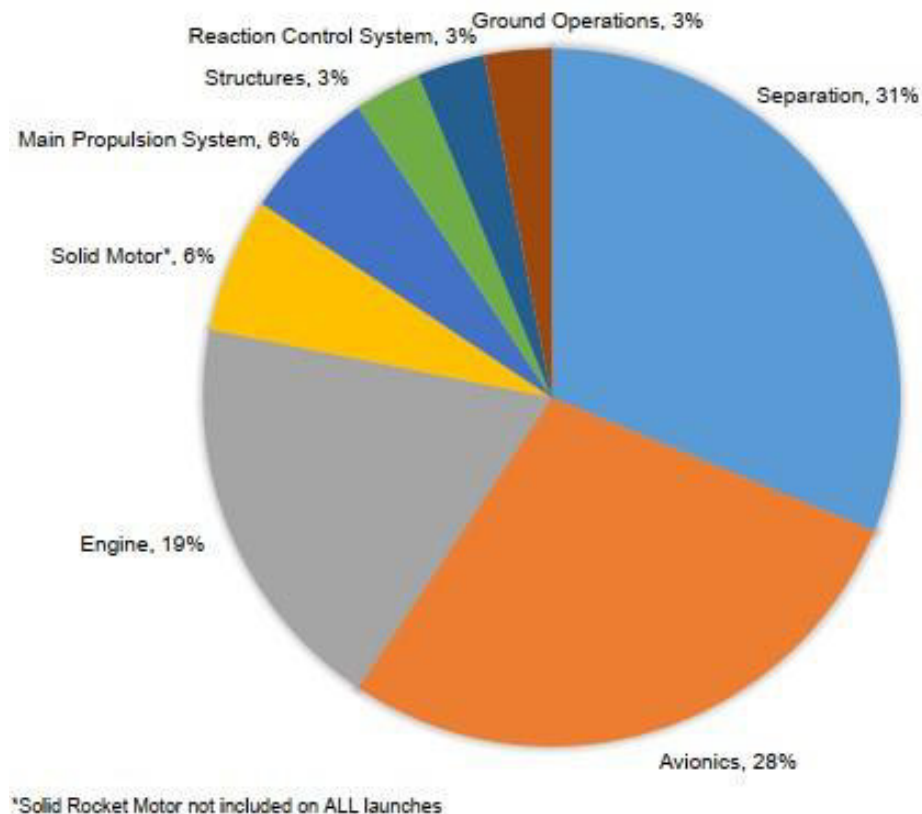
Fonte: NASA (2017)

Analisando-se o gráfico da Figura 6, verifica-se que 59% dos acidentes envolvendo veículos lançadores no mundo, estão associados aos sistemas de Motor, Avionica (eletrônica) e Separação dos estágios de voo, sistemas considerados complexos. Assim, corrobora com Palmério (2016) que um foguete, independentemente do seu porte, é um sistema complexo por envolver diferentes tecnologias.

Figura 6 – Falhas Globais por Sistema

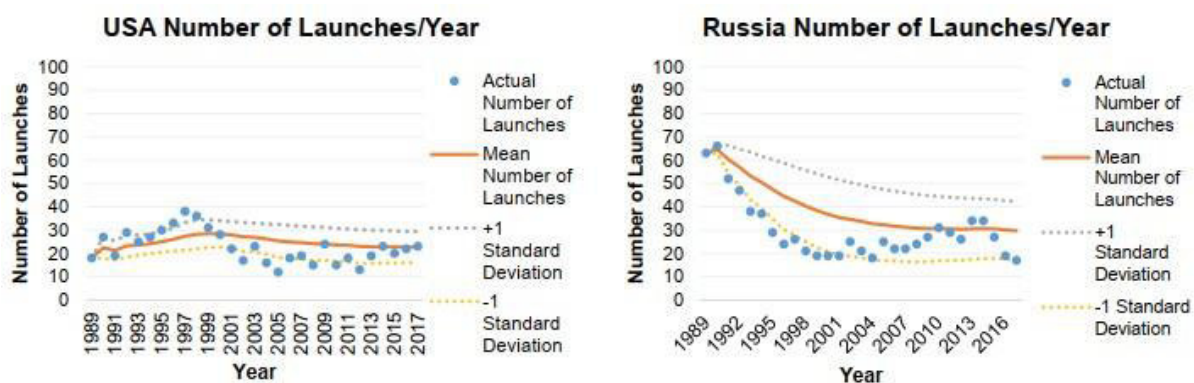
Fonte: NASA (2017)

Na Figura 7 demonstra que os mesmos três sistemas complexos, citados anteriormente, se mostram os principais causadores de acidentes no programa espacial dos Estados Unidos.

Figura 7 – Falhas por Sistema (USA)

Fonte: NASA (2017)

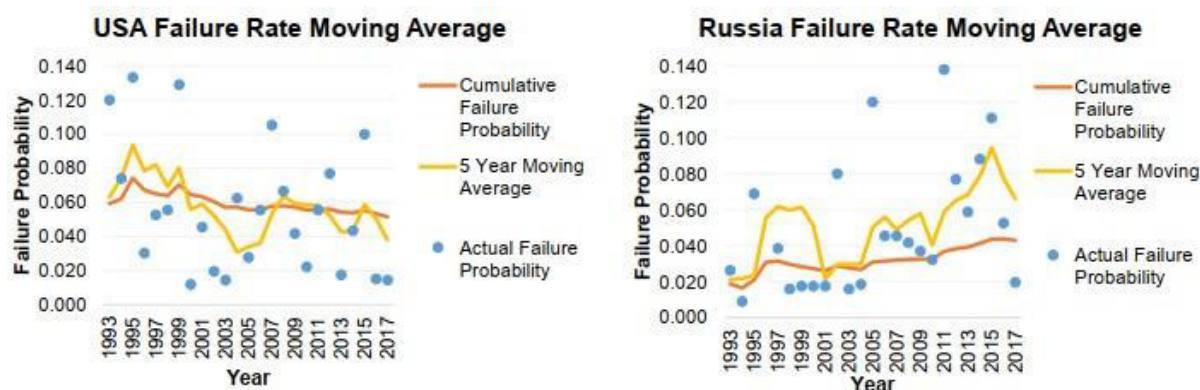
Na Figura 8, observa-se a liderança russa desde o fim da Guerra Fria até 2018, no número de lançamentos que executou.

Figura 8 – Taxa de lançamentos USA x Rússia

Fonte: NASA (2017)

Ao analisar o gráfico da Figura 9 é possível observar a menor taxa de falhas de lançamentos da Rússia em relação aos USA.

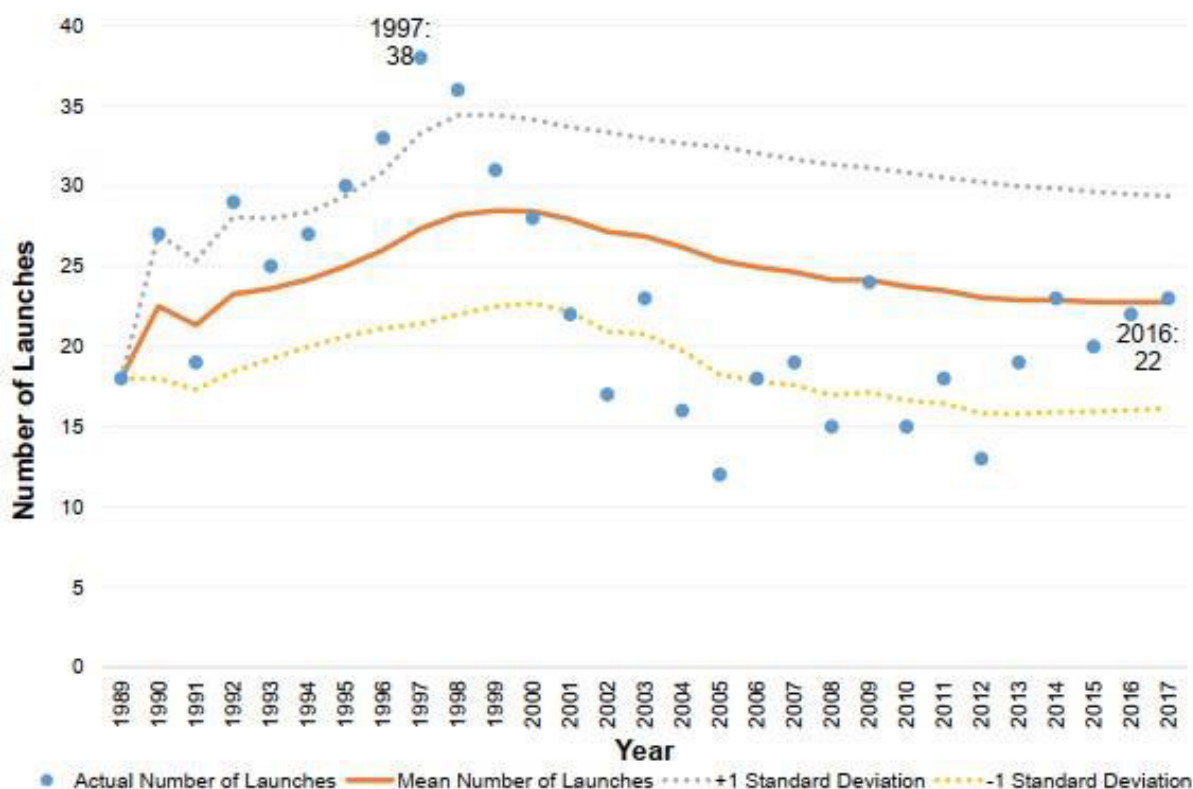
Figura 9 – Taxa de falhas de lançamentos USA x Rússia



Fonte: NASA (2017)

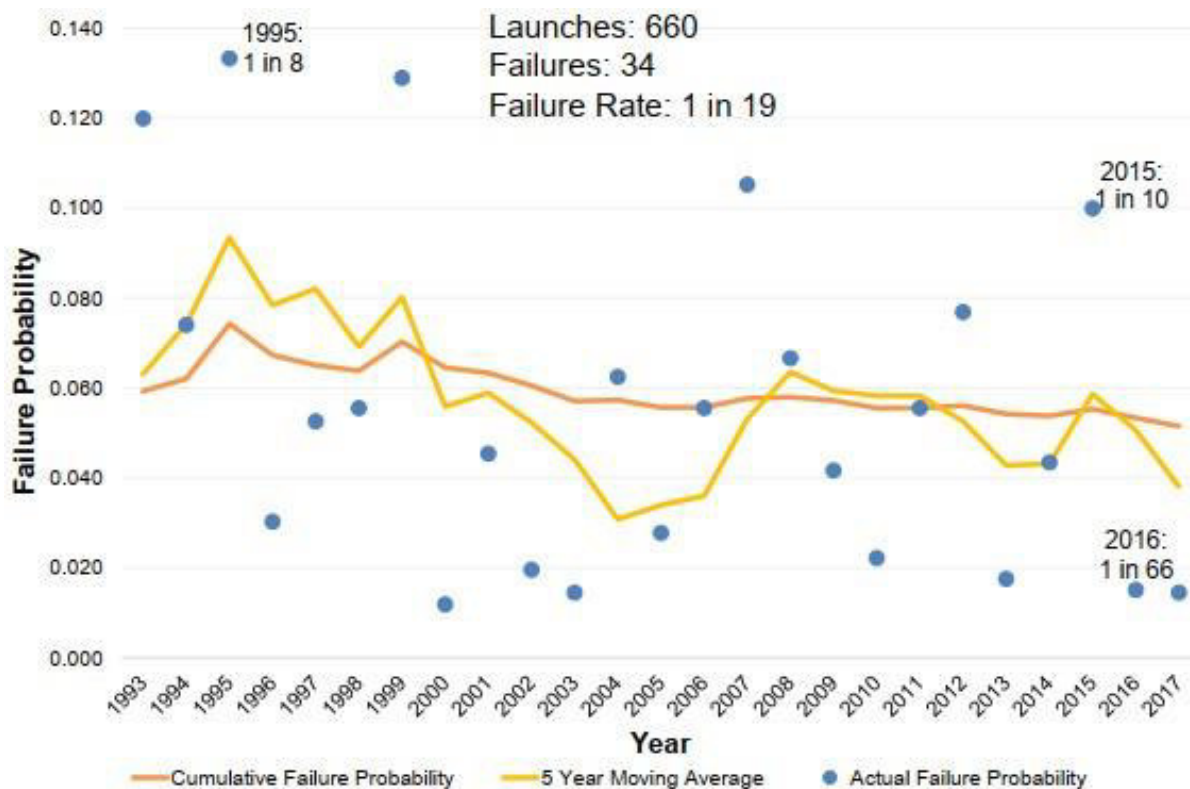
Abaixo, Figura 10, o gráfico apresenta uma média de lançamentos por ano dos USA, demonstrando uma regularidade no seu programa espacial na média de voos realizados.

Figura 10 – Média de lançamentos por Ano - USA



Fonte: NASA (2017)

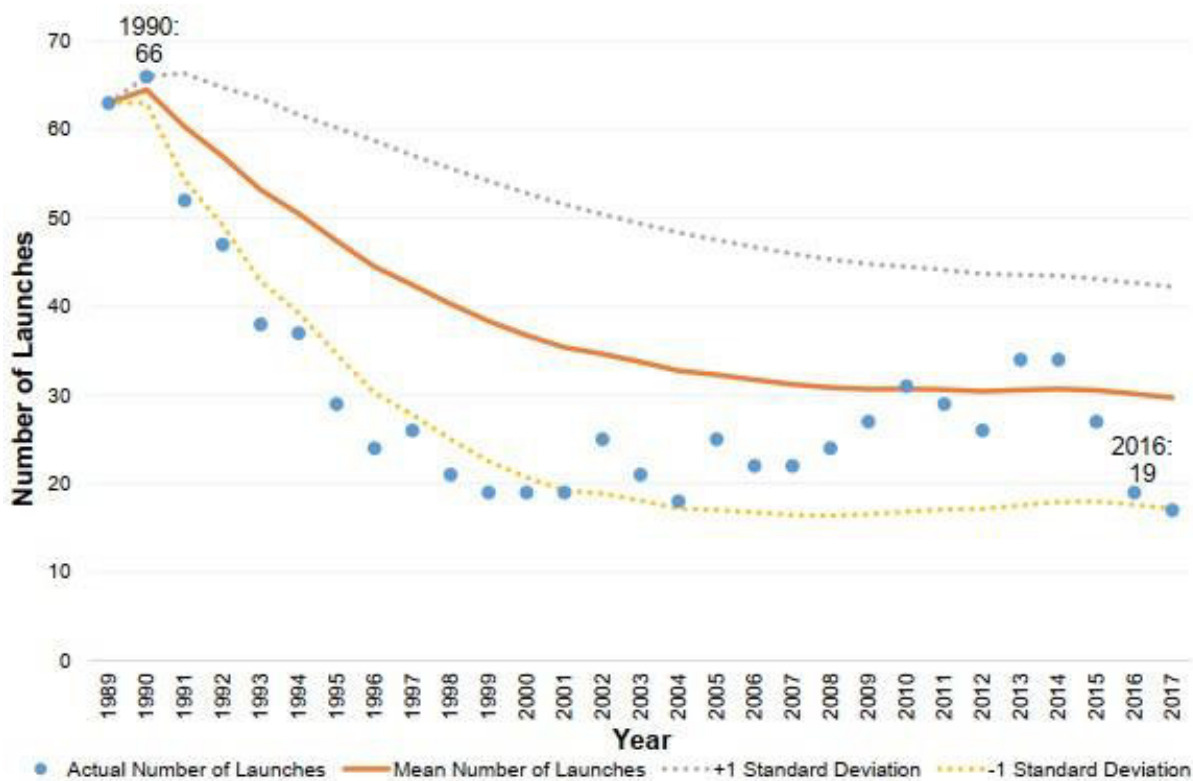
Com a regularidade dos lançamentos americanos citados na Figura 11, ao analisar o gráfico da Figura 11, é possível observar a manutenção da previsibilidade das falhas de lançamentos dos foguetes americanos.

Figura 11 – Média Móvel das falhas nos lançamentos dos USA

Fonte: NASA (2017)

Observa-se na Figura 12 a diminuição do número de lançamentos realizados pelos russos, provavelmente por consequências econômicas sofridas pela Rússia pós Guerra Fria.

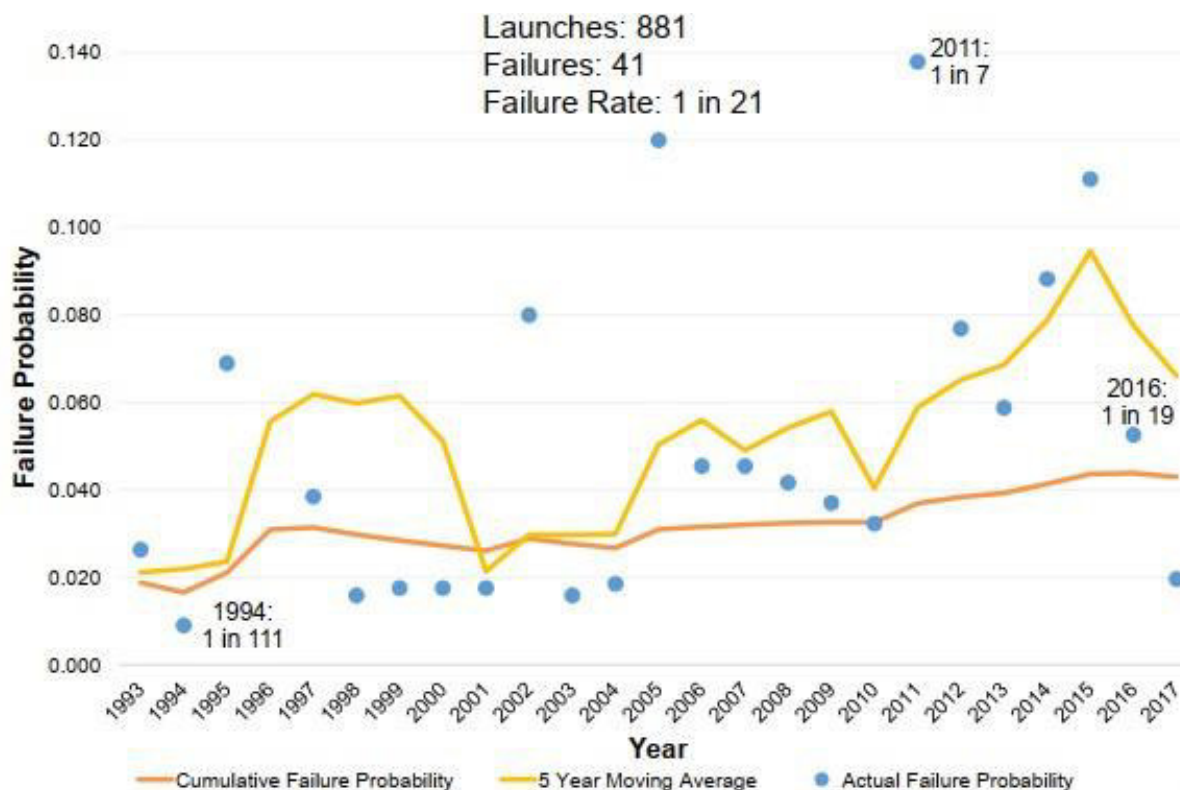
Figura 12 – Média de lançamentos por Ano - Rússia



Fonte: NASA (2017)

Já na Figura 13, o gráfico representa o efeito oposto ao exposto na Figura 12, ou seja, ocorreu um incremento no número de acidentes daquele país com a diminuição do número de lançamentos.

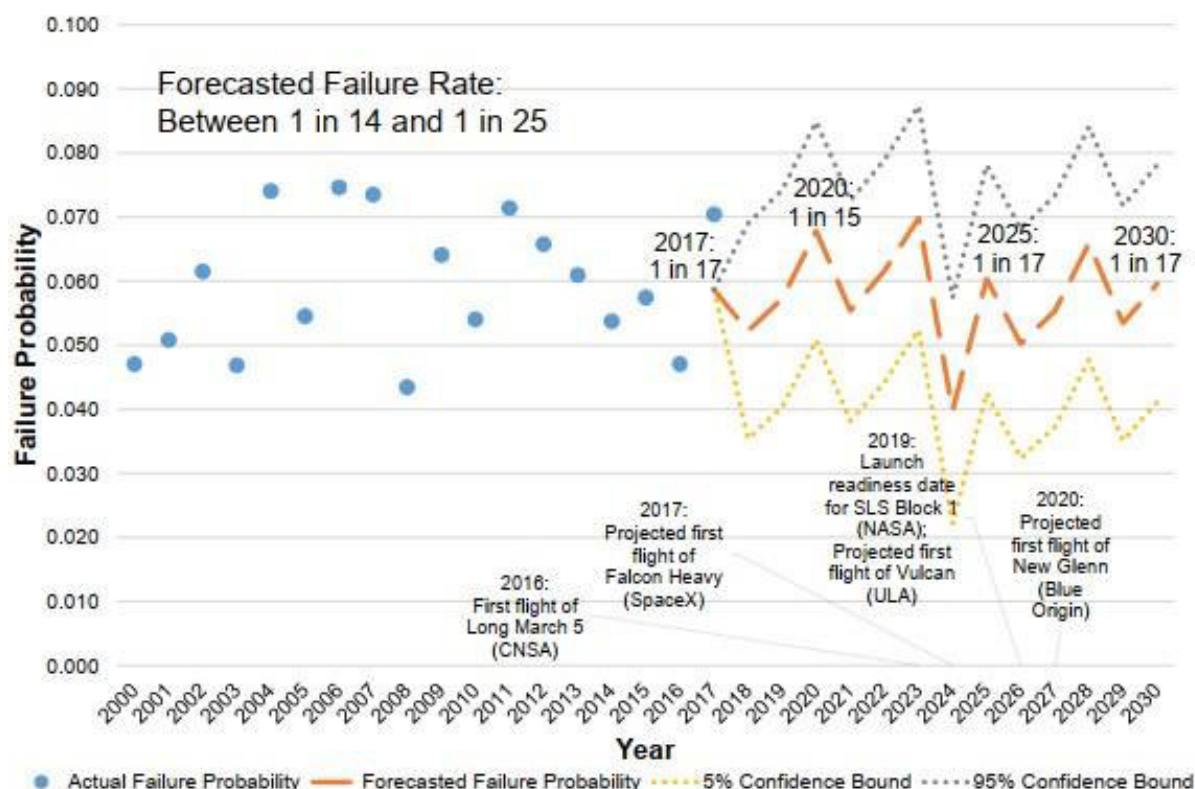
Figura 13 – Média Móvel das falhas em lançamentos - Rússia



Fonte: NASA (2017)

Por fim, é possível verificar, baseado na Figura 14, que o gráfico compila todos os acidentes ocorridos, gerando uma previsão global de acidentes gerando uma taxa de falhas estimadas. Na situação observada, a taxa de previsão de ocorrências fica entre 1 em 14 a 1 em 25 lançamentos, até o ano de 2030.

Figura 14 – Previsão global de acidentes em lançamentos



Fonte: NASA (2017)

Vale observar que o Brasil, apesar dos inúmeros lançamentos realizados, não possui grande representatividade no estudo, dado o número de apenas 03 lançamentos com veículos com capacidade de satelização de cargas úteis.

3.1 Acidentes com veículos espaciais no Brasil

No Brasil foram lançados desde do início da corrida espacial brasileira, em 1965, até o ano de 2019, um total de 3.532 foguetes, sendo apenas 03 com capacidade de inserção de carga em órbita (CLA; CLBI, 2020).

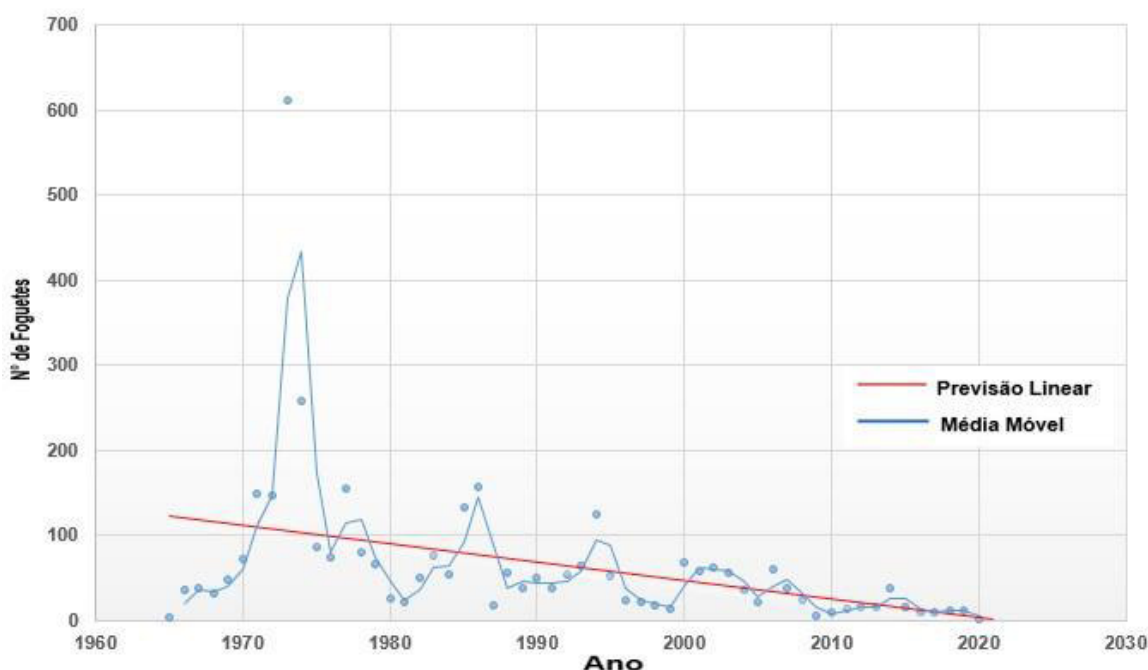
Assim, a confecção de um gráfico de falhas seguindo os mesmos parâmetros utilizados pela NASA, ou seja, apenas sendo considerados os veículos com capacidade de inserção em órbita de uma carga útil, se torna desnecessário, visto que os três voos realizados sofreram falhas catastróficas. Consequentemente a média de falhas de lançamentos brasileiros seria de 1 em 1, ou seja, de 100% (cem por cento).

Ao analisar os demais lançamentos, os outros 3.529 lançamentos suborbitais. realizados tanto no CLA quanto no CLBI, observou-se a inexistência do registro histórico das falhas ocorridas com os engenhos. Isso tornou impraticável a compilação

de dados de lançamentos para que fosse possível encontrar uma média dos acidentes ocorridos com os veículos de suborbitais brasileiros.

Mesmo assim, com o intuito de apresentar de forma pictorial o número de lançamentos com veículos suborbitais realizados no Brasil desde o primeiro lançamento realizado no Centro da Barreira do Inferno, em 1965, e os lançados do CLA desde a sua criação em 1989, o gráfico da Figura 15 foi confeccionado.

Figura 15 – Total de Lançamentos - Brasil (1965 - 2019)



Fonte: Autor (2020)

Assim, é possível observar ao analisar o gráfico, a redução no número de lançamentos verificado na queda da média histórica. Tal redução representa, desconsiderados os motivos, mas considerando a consequência, a diminuição da competência do país em realizar lançamentos, impactando diretamente na segurança das operações espaciais.

3.2 Acidentes Espaciais: possibilidades de metodologias de investigação

Conforme já citado por Oakley (2012) a investigação de um acidente deve ser estruturada, com métodos criteriosos. Desta forma, com o número de lançamentos de foguetes que inserem cargas em órbita aumentando, observa-se que a necessidade se faz presente. Mesmo assim, conforme pode ser verificado no *site* da NASA (2020), as metodologias de investigação de acidentes envolvendo veículos espaciais tem

como base os documentos com metodologia aplicada pela *Federal Aviation Administration* (FAA), ou seja, adaptada da investigação aeronáutica. Já nos inúmeros contatos realizados e nas buscas feitas, nada foi encontrado sobre como a Agência Espacial Russa - Roscosmos e a *European Space Agency* (ESA) realizam suas investigações.

Faz-se necessário acrescentar que a NASA foi a única Agência a responder aos *e-mails*, e que encaminhou informações que contribuíram sobremaneira com esta pesquisa.

Ao desenvolver um método de investigação de acidentes, é importante pensar na necessidade de educação e treinamento para utilizá-lo. O método deve ser prático, o que significa que a análise pode ser feita por “pessoas de segurança” de áreas comuns, sem a necessidade de especialistas altamente treinados.

Isto posto, nas últimas décadas, vários métodos para investigação de acidentes foram desenvolvidos e descritos na literatura. A seleção de métodos para as necessidades deste estudo foi realizada com o intuito de mostrar a evolução da investigação de acidentes ao longo do tempo, e que são amplamente utilizados ou que foram desenvolvidos recentemente, e que podem ser aplicados em lançamentos espaciais. Com base no exposto, os seguintes métodos foram selecionados:

- ***Fault Tree Analysis (FTA)*** - Análise de Árvore de Falhas

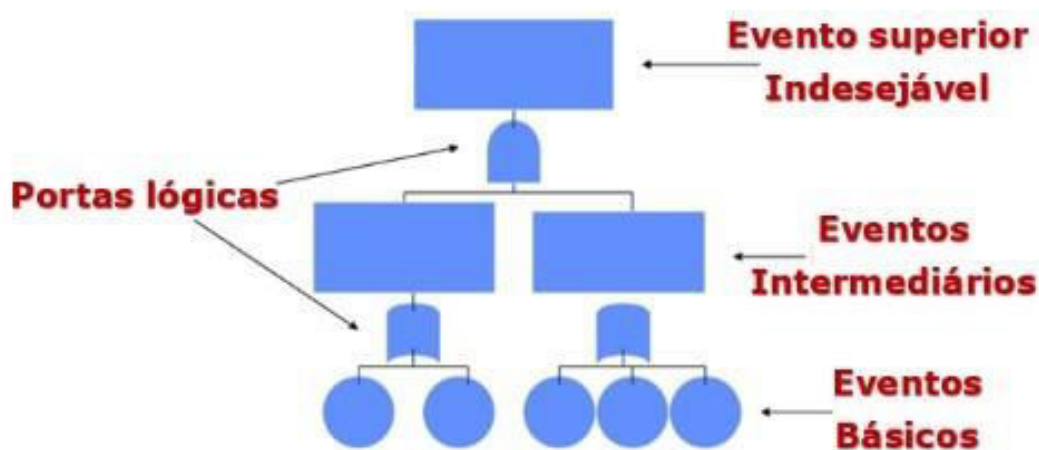
A FTA foi desenvolvida no início dos anos 60 pelos Laboratórios *Bell*. Na FTA, um evento indesejado (um acidente) é selecionado e todas as coisas possíveis que podem contribuir para o evento são diagramadas como uma árvore para mostrar conexões e causas lógicas que levaram a um acidente especificado.

Ela é uma ferramenta analítica estabelecendo relações, não confere ao pesquisador qualquer participação ou orientações gerais para a coleta de informações.

A análise começa com o evento principal (o evento indesejado) que deve ser cuidadosamente definido e depois recua. O evento principal está vinculado a eventos e condições precedentes (como fatores técnicos, recursos humanos, ações) por duas portas lógicas (as portas *AND* e *OR*), que definem se um evento no caso da porta *AND* fez parte e, no caso da porta *OR*, cita a possibilidade da influência de um evento ou de outro no anterior. O uso da árvore permite que os investigadores representem

graficamente as combinações lógicas de causas do evento superior definido. Assim, uma sequência causal de relações lógicas (necessárias e/ou suficientes) é estabelecida. Esta é a técnica de árvore mais utilizada.

Figura 16 – Estrutura Básica da Árvore de Falhas



Fonte: SITE manutencaoemfoco (2017)

- **Management Oversight and Risk Tree (MORT)** - Supervisão de Gerenciamento e Árvore de Risco

A MORT foi desenvolvida em 1973 para a Comissão de Energia Atômica dos EUA. Na MORT, o acidente é definido como transferência de energia indesejada devido às barreiras energéticas inadequadas e/ou controles inadequados. O método segue a transferência de energia e conceitos de desvio. A busca de fatos visa identificar formas perigosas de energia e desvios do processo de produção planejado e normal.

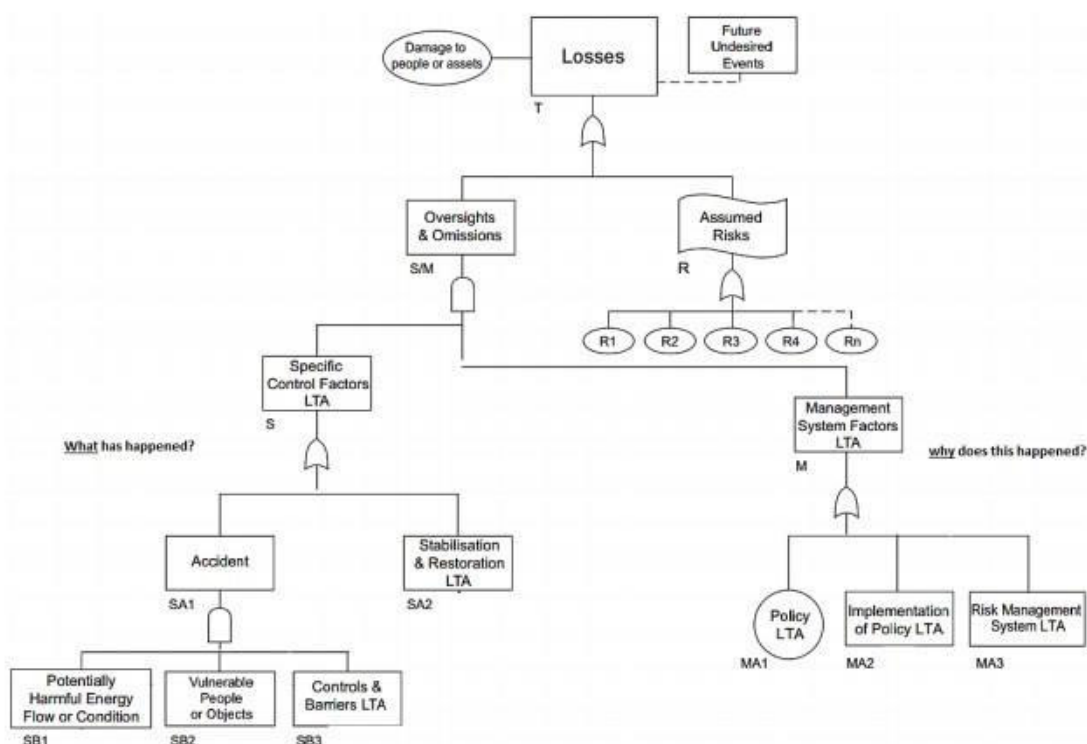
O diagrama MORT é uma árvore lógica (o acidente é o principal evento) com três ramos principais: fatores-S, que especificam os descuidos e as omissões associadas ao acidente investigado, os fatores-R ou riscos assumidos, que são riscos conhecidos, mas que, por alguma razão, não foram controlados, e por fim os fatores-M, que são características gerais do sistema de gestão que contribuíram para o acidente.

Os vários elementos da árvore são numerados e esses números referem-se a uma lista com perguntas específicas que o analista deve responder.

A análise envolve passar por todos os elementos da árvore e fazer uma avaliação de cada um, com base em dois níveis de avaliação: “satisfatório” e “menos que adequado”, a fim de examinar a adequação das medidas.

O método fornece uma grande lista de verificação para ajudar a investigar os fatos e buscar evidências, permite que um grande número de problemas seja identificado, e que o investigador procure não apenas as causas diretas, mas também as contribuições causais da administração e dos níveis de organização que tenham, de alguma maneira, contribuído com o acidente.

Figura 17 – Estrutura MORT



Fonte: SITE researchgate.net (2021)

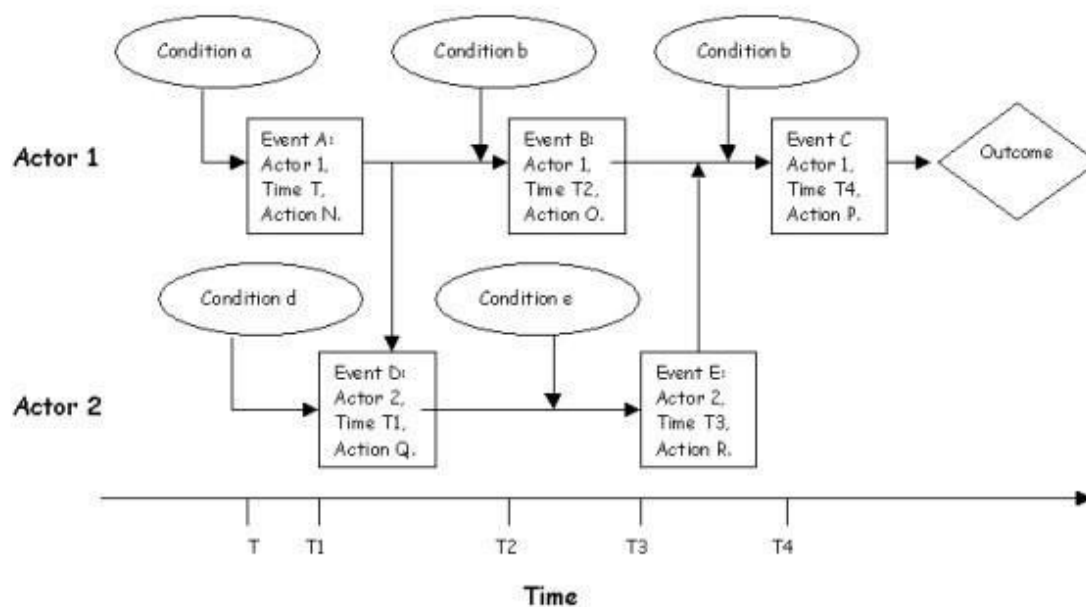
- **Multilinear Events Sequencing (MES)** - Sequenciamento de eventos multilinear

O MES foi desenvolvido em meados da década de 70. É uma técnica realizada com desenhos gráficos, que mostram eventos inseridos cronologicamente em uma linha de tempo base. Baseia-se na opinião de que um acidente começa quando uma

situação estável é perturbada. Então, uma série de eventos pode levar a um acidente. O método distingue os atores, as ações e os eventos. Os atores podem ser pessoas, equipamentos, substâncias. Enquanto as ações são quaisquer atitudes realizadas por um ator. Já os eventos são a combinação da soma do ator mais ação. (BENNER, 1975).

O objetivo do método é ajudar o analista a identificar os principais atores e suas ações, e mapear as relações entre os eventos em uma linha de tempo. O produto final é, portanto, um gráfico lógico de acidentes com os eventos, atores e ações posicionados sequencialmente.

Figura 18 – Estrutura MES



Fonte: SITE slideplayer (2019)

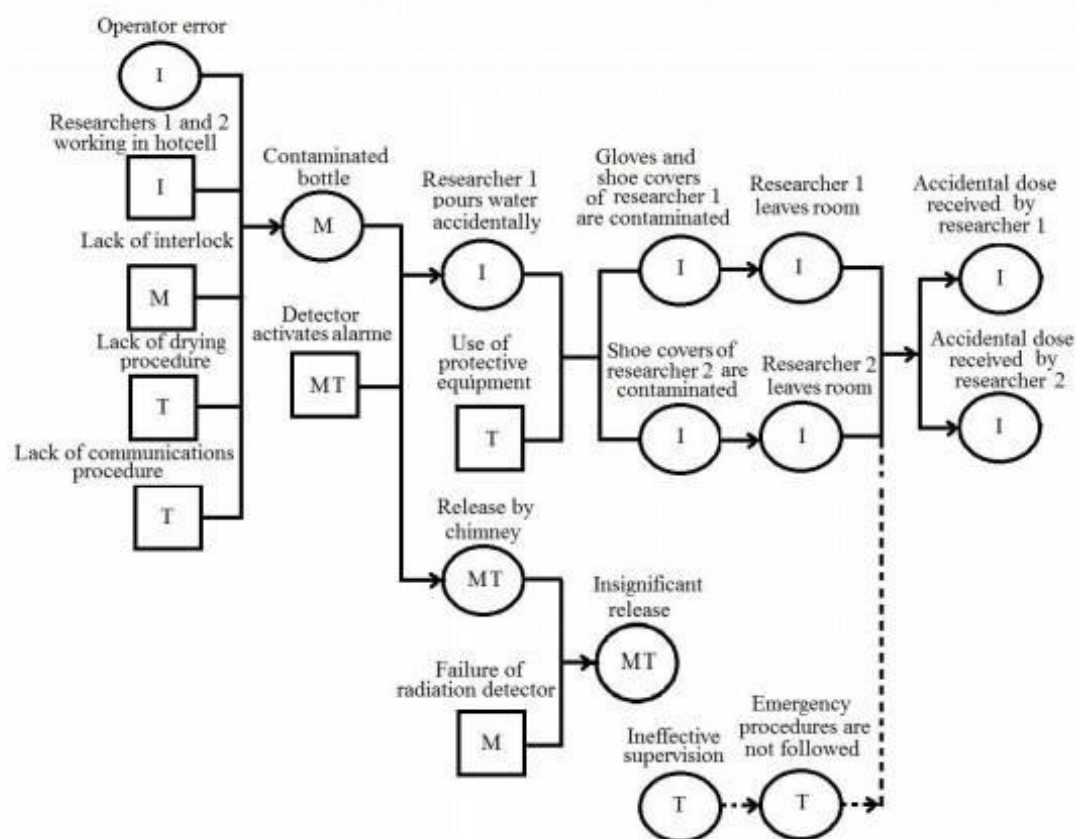
- **Causal Tree Method (CTM)**

Leplat (1978) desenvolveu originalmente a CTM no final dos anos 70 para o Instituto Francês de Pesquisa e Segurança (INRS); por este motivo, o CTM é frequentemente chamado de método INRS.

Pertence à categoria de Técnicas de Árvore e a ideia básica é que os acidentes resultam de variações ou desvios no processo usual. Existem quatro classes de variações: aquelas relacionadas ao indivíduo (I), à tarefa (T), aos equipamentos (M) e meio ambiente (WE), respectivamente.

A árvore começa com o evento final (o acidente) e trabalha para trás. Os fatos relacionados ao acidente são utilizados na construção da árvore causal. O evento final é o ponto de partida e apenas os fatos que contribuíram para o acidente devem ser selecionados. O analista precisa identificar e listar as variações e depois exibi-las na árvore analítica, mostrando relações causais.

Figura 19 – Estrutura CTM



Fonte: SITE inis.iaea (2020)

- **Systematic Cause Analysis Technique (SCAT)** - Técnica sistemática de análise de causas

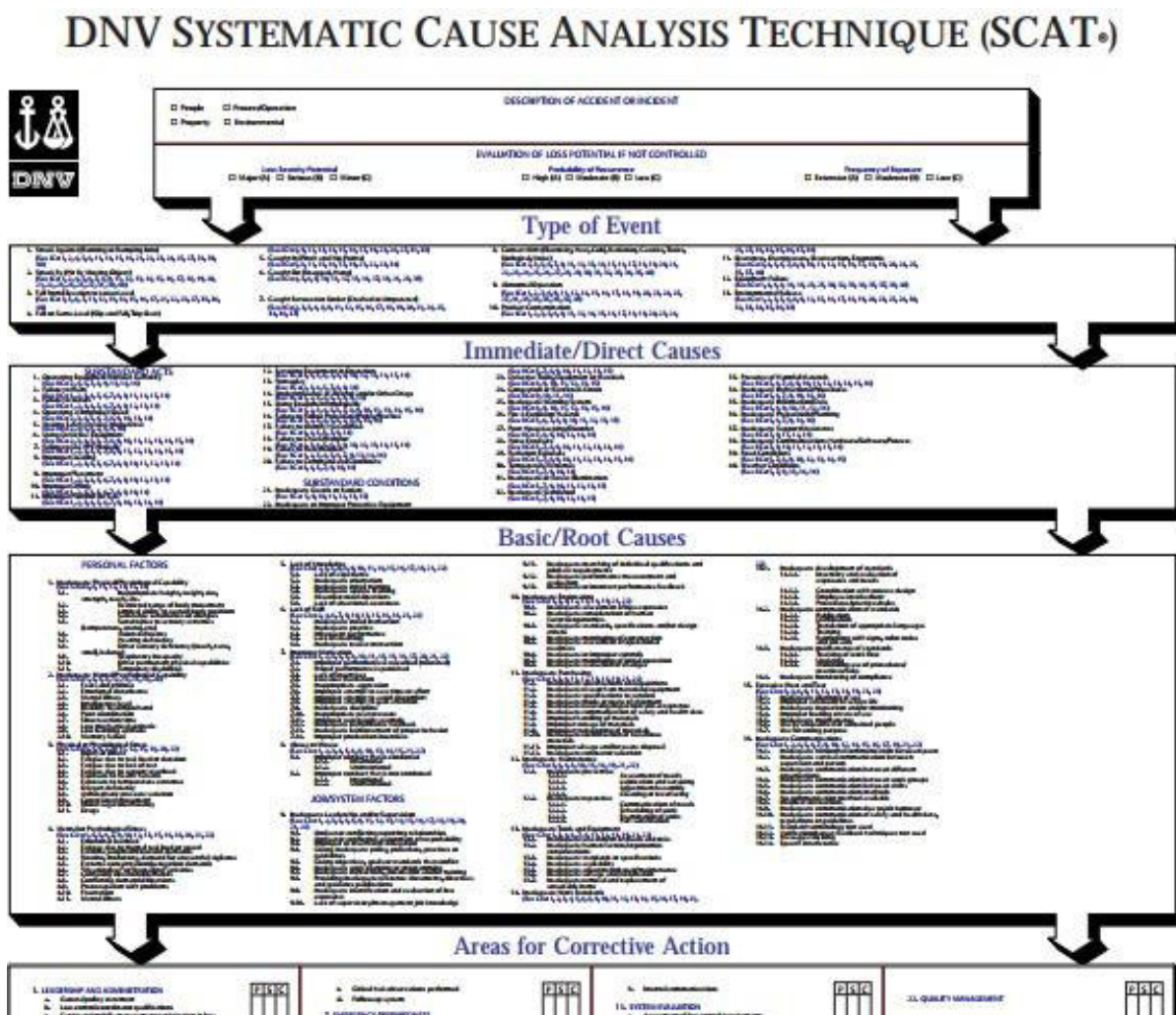
O Instituto Internacional de Controle de Perdas (ILCI) desenvolveu o SCAT no final da década de 1980, com raízes na teoria do dominó de Heinrich (1941) e sua versão atualizada por Bird (1974).

A SCAT é apresentada como um gráfico que contém cinco blocos correspondentes a cinco estágios no processo de causa do acidente. O primeiro bloco contém espaço para escrever a descrição do acidente, o segundo bloco lista as categorias de contato mais comuns que poderiam ter levado ao acidente. O terceiro

bloco lista as causas imediatas mais comuns desse contato, enquanto o quarto bloco identifica as causas subjacentes. O bloco final lista as práticas de gerenciamento de segurança que devem ser abordadas para evitar a ocorrência de acidentes.

O método utiliza listas de verificação, que contêm perguntas sobre fatores pessoais e profissionais (o segundo bloco) e perguntas correspondendo aos elementos de um sistema de gerenciamento de segurança projetado pelo ILCI. A filosofia preventiva baseia-se na remoção de um dos blocos ou na construção de barreiras para impedir a transferência de energia na sequência.

Figura 20 – Modelo de relatório SCAT



Fonte: SITE dIscrib (2020)

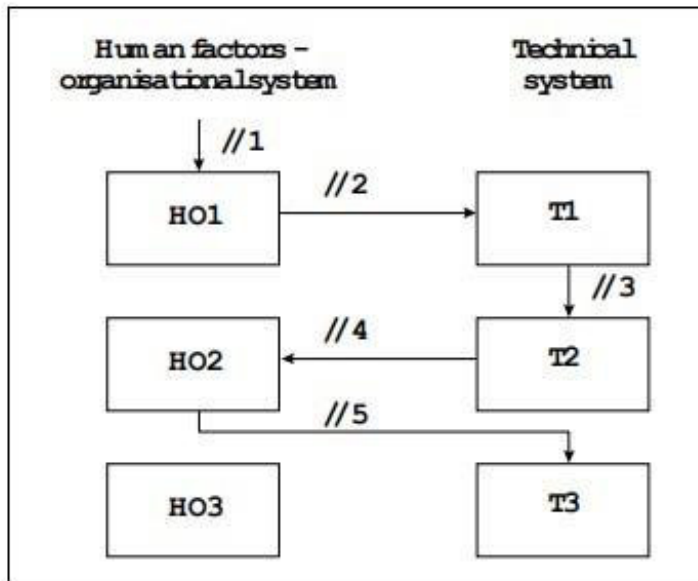
- **Accident Evolution and Barrier function (AEB)**

O AEB foi desenvolvido em 1991 por Svenson e colaboradores em um estudo realizado para a *Swedish Nuclear Power Inspectorate* (SKI) e o Instituto Holandês de Estudos Avançados em Ciências Humanas e Sociais.

A abordagem do AEB é um método independente e aborda, como conceito central, barreiras de segurança e suas funções. Um acidente é modelado como uma série de interações entre sistemas humanos e técnicos. O ponto principal é que é possível parar / interromper o desenvolvimento da sequência entre dois erros sucessivos (humanos ou técnicos) através de funções de barreira adequadas (Harms-Ringdahl, 2001). Assim, podem realizar as funções de barreira: um operador, uma instrução ou um sistema de controle de emergência.

O objetivo da investigação com o AEB é descrever a evolução do acidente em um fluxograma, mostrando erros humanos e técnicos. O diagrama também mostra funções de barreira relacionadas a erros específicos. Se um acidente particular aconteceu, é porque todas as funções de barreira na sequência devem ter sido quebradas, ineficazes ou inexistentes.

Figura 21 – Estrutura AEB



Fonte: SITE semanticscholar (2020)

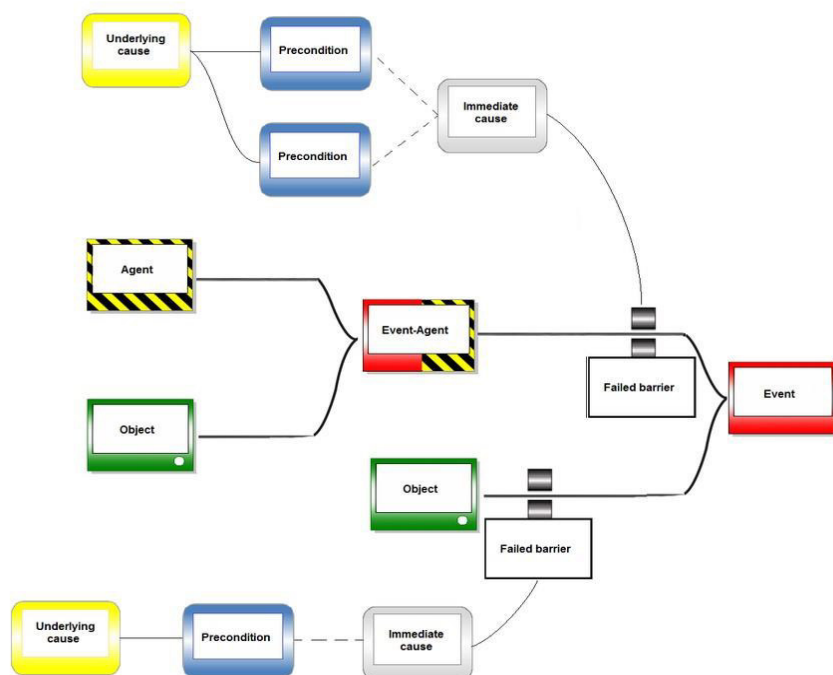
- **Tactical Reconstruction Information Pod (TRIPOD)**

TRIPOD foi desenvolvido em meados da década de 90 por um grupo da *University of Leiden* com a *University of Manchester* (Reino Unido), para o uso na indústria petrolífera.

O TRIPOD segue o modelo de causa e acidente de Reason. A ideia por trás do TRIPOD é que as falhas organizacionais são os principais fatores na causa de acidentes.

Um acidente ocorre quando uma ou mais barreiras (controles / defesas) falham. Atos inseguros (falhas ativas) são a razão direta do fracasso de barreiras que não ocorrem apenas, mas são geradas por mecanismos subjacentes que atuam nas organizações. Esses mecanismos são chamados *General Failure Types* (GFTs) e cobrem problemas humanos, organizacionais e técnicos. O método possui 11 categorias de GFTs para classificar deficiências na situação de trabalho. O objetivo da análise TRIPOD é produzir um perfil (por meio de um gráfico de barras) da extensão em que os 11 GFTs estão presentes na organização.

Figura 22 – Exemplo de estrutura TRIPOD



Fonte: SITE [eihofblog.wordpress](http://eihofblog.wordpress.com) (2020)

- **Integrated Safety Investigation Methodology (ISIM)** - Metodologia integrada de investigação de segurança

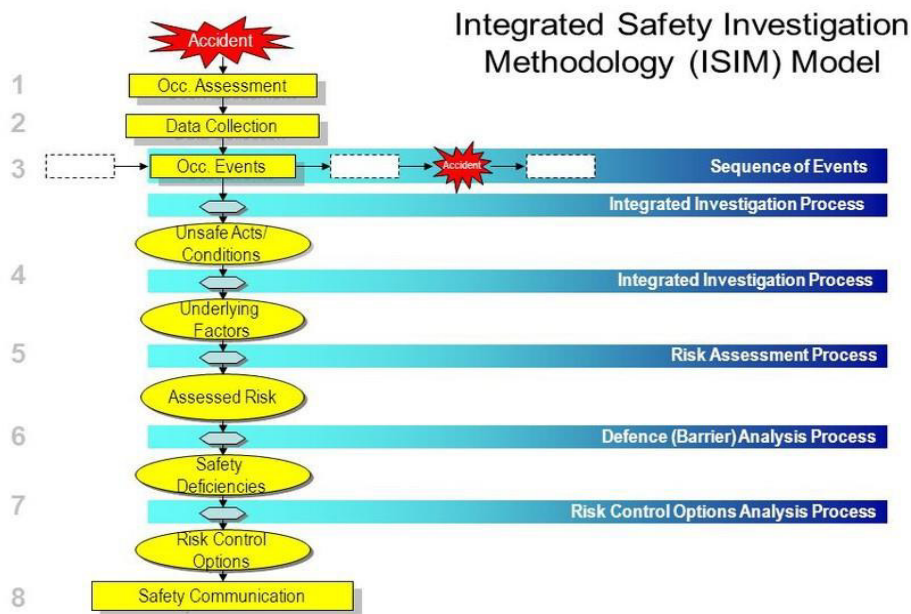
O ISIM foi desenvolvido em 1998 pelo *Transportation Safety Board* (TSB) do Canadá e segue o modelo de causa de acidente de Reason (2009).

O método começa com a coleta de informações sobre pessoal, tarefas, equipamentos e condições ambientais envolvidas na ocorrência, a fim de determinar a sequência de eventos e identificar fatores subjacentes e condições inseguras. O próximo passo é avaliar o nível de risco associado

Com essas condições inseguras ou fatores subjacentes examina-se o *status* das barreiras (físicas ou administrativas) para identificar aquelas que são menos que adequadas. O ISIM força o investigador a olhar além das ações e decisões dos operadores de linha de frente e das condições inseguras latentes no sistema de trabalho que proporcionaram a oportunidade para a expressão dessas ações. Uma vez identificadas as deficiências de segurança, é necessário considerar opções para controlar o risco. O objetivo do ISIM é garantir que a investigação de acidentes e a análise de deficiências de segurança sejam integradas.

A análise da opção de controle de risco é uma etapa essencial do ISIM, com o objetivo de gerar recomendações e estratégias para melhoria da segurança.

Figura 23 – Estrutura ISIM



Fonte: SITE slideplayer (2020)

- **Norske Statesbaner** (NSB) - Ferrovias do Estado da Noruega

O NSB foi desenvolvido no início dos anos 2000 pela Ferrovias do Estado Norueguês (Norske Statesbaner - NSB) para análise de acidentes no setor ferroviário. O método integra as abordagens de Reason (2016) e Hollnagel (2002) e concentra-se sobre interação humana, técnica e organizacional. O método identifica a sequência de eventos e onde barreiras foram quebradas ou ausentes e utiliza um questionário, abordando fatores como procedimentos / documentação, treinamento, comunicação, interface homem-sistemas, ferramentas e equipamentos, preparação do trabalho e gerenciamento local, gerenciamento organizacional, ambiente de trabalho e conclusão de tarefas. Por fim enfoca a tarefa e as características individuais.

Por conseguinte, as respostas do questionário permitem ao investigador, após análises, concluir a possível causa do acidente.

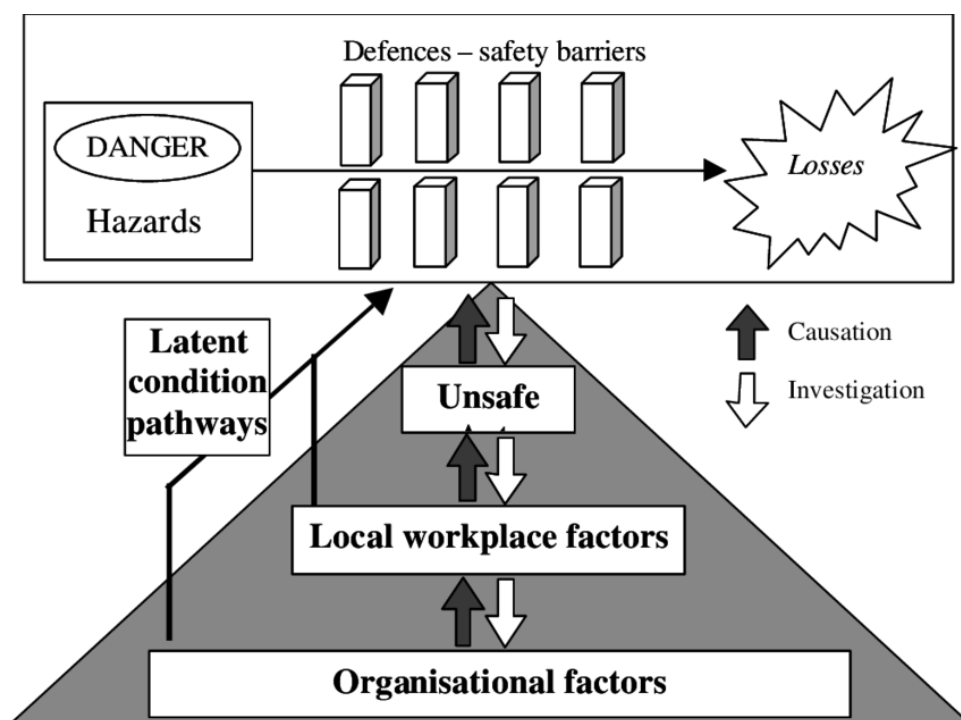
- **Work Accidents Investigation Technique** (WAIT) - Técnica de Investigação de Acidentes de Trabalho

O WAIT foi desenvolvido por Jacinto e Aspinwall (2003). Ele integra as abordagens teóricas desenvolvidas por Reason (2016) e Hollnagel (2002).

O método possui um questionário e fornece orientações específicas para a coleta de informações e compreende duas fases sequenciais, começando com uma investigação simplificada seguida de uma segunda análise aprofundada.

A primeira permite identificar falhas ativas na sequência de eventos e as consequências. O processo simplificado também identifica fatores de influência associados ao ambiente de trabalho e ao local de trabalho, para cada uma das falhas ativas identificadas. A análise aprofundada inclui a identificação e análise de fatores individuais e do trabalho e termina com a identificação de deficiências organizacionais e de gerenciamento.

Figura 24 – Estrutura WAIT



Fonte: SITE researchgate.net (2020)

Conforme pode ser observado na Tabela1 de resumo das metodologias apresentadas, nenhuma delas foi criada com o intuito específico de investigar ocorrências envolvendo veículos espaciais, nem mesmo foi encontrada durante a pesquisa realizada neste estudo, uma metodologia criada exclusivamente para este fim.

Tabela 1 – Resumo das Metodologias de Investigação apresentadas

	Metodologia de Investigação	Data de Criação	Aplicação Original	Possibilidade de aplicação em Acidente Espacial
1	FTA	Década de 60	Utilizado pelo Departamento de Defesa dos EUA em vários eventos de investigação	SIM
2	MORT	1973	Mais adequada para organizações grandes e burocráticas, a técnica tem sido aplicada na indústria nuclear	SIM
3	MES	Meados da Década de 70	Utilizada pelo National Transportation Safety Board (NTSB) dos EUA	NÃO
4	CTM	Final dos anos 70	Utilizado em diferentes categorias de acidentes	SIM
5	SCAT	Final de Década de 80	Uso em acidentes de trabalho em todos os setores de atividade	NÃO
6	AEB	1991	Destinado especificamente à investigação de quase-acidentes na indústria nuclear	NÃO
7	TRIPOD	Meados da Década de 90	Uso em acidentes complexos em indústrias de alta tecnologia e, particularmente, para a indústria de petróleo	SIM

8	ISIM	1998	Uso em sistemas de transporte, preferencialmente na aviação, ferrovias, marítimo e sistemas de dutos	SIM
9	NSB	Início dos anos 2000	Desenvolvido especificamente para a indústria ferroviária	NÃO
10	WAIT	2003	Uso em acidentes de trabalho em todos os setores da atividade industrial	SIM

Fonte: Autor (2020)

Em relação à distinção entre eventos e causa subjacentes (exigência reveladora), quase todos os métodos de investigação satisfazem a exigência, exceto o FTA, MES e AEB, que não vão além das causas imediatas. A identificação de uma causa subjacente de um acidente usando o método AEB não tem sentido porque o método tem o objetivo de entender porque uma série de funções de barreira falharam e como elas poderiam ser reforçadas ou suportadas por outras funções de barreira.

O FTA e MES têm uma perspectiva técnica para distinguir as causas e, portanto, são bastante rígidos quanto à causalidade. Este não é o caso para o resto dos métodos que consideram as conexões entre os aspectos técnicos, as pessoas do sistema e a organização; um diagrama de influência captura melhor a imagem de influência e desempenha um papel muito informativo na investigação de acidentes (REASON, 2009).

Cada método de investigação de acidentes deve ser consequente, o que significa que deve permitir a formulação de recomendações específicas para a prevenção de acidentes. Uma investigação terá êxito na finalidade de prevenção se puder identificar condições, tal que, de outra forma, o acidente não teria ocorrido. Isso pode ser feito por meio da geração de recomendações.

As metodologias FTA, MORT, AEB, SCAT e TRIPOD não geram recomendações. Mais precisamente, o FTA não sugere ação corretiva para a geração de recomendações, mas ajuda a identificar áreas problemáticas que requerem tal

ação. A MORT identifica omissões na situação do acidente e fraquezas no sistema de gestão da empresa. AEB identifica as funções de barreira que foram quebradas, razões pelas quais não havia funções de barreira ou porquê as existentes falharam, e sugere melhorias. Já o SCAT se limita a definir os problemas e é menos direcionado a produzir soluções.

O TRIPOD não foi projetado para produzir recomendações específicas, ele apenas especifica áreas problemáticas visualizadas, não produz recomendações prontas para uso. Por outro lado, o MES permite recomendações sobre medidas de segurança, mas estas são limitadas (principalmente máquinas e operadores). Recomendações em um nível superior (por exemplo: política organizacional ou gestão) podem ser feitas, mas uma estrutura sistemática não as orienta.

O FTA não é prático; foi sugerido que a aplicação do FTA é mais como uma arte do que uma disciplina e que seus resultados dependem do critério adotado por cada especialista (WAGENAAR; SCHRIER, 1997). MORT é uma técnica cara e de uso intensivo de recursos, que só pode ser aplicada por especialistas. Essas limitações, aliadas à sua complexidade, têm sido apontadas como o principal motivo de sua restrita aplicação como método de investigação de acidentes (HSC, 1993). MES, SCAT, TRIPOD, ISIM e WAIT são fáceis e práticos.

A investigação com CTM pode ser realizada em vários níveis de refinamento e precisão, porém, quanto maior a precisão buscada, mais especialistas qualificados serão necessários. A aplicação da AEB requer a interação de especialistas de ambos os campos, ou seja, especialistas em fatores humanos e sistemas técnicos. O uso do ISIM requer investigadores e analistas especialmente treinados.

Um bom método de investigação também deve levar em consideração o contexto específico do acidente: é por isso que existem métodos melhor utilizados para aviação, ou acidentes graves, ou acidentes offshore, etc. E outros que são mais adequados para acidentes de trabalho (o contexto é diferente).

No que diz respeito ao uso de cada método de investigação de acidentes, FTA é uma técnica adotada pelo Departamento de Defesa dos EUA. O MORT é mais adequado para organizações grandes e burocráticas; a técnica tem sido aplicada na indústria nuclear. O AEB é destinado especificamente à investigação de quase acidentes na indústria nuclear, mas foi aplicado em outras áreas além da energia nuclear, como a análise de acidentes de trânsito (HARMS, 2001).

O MES tem sido usado regularmente para investigação de acidentes no US *National Transportation Safety Board* (NTSB), particularmente para acidentes envolvendo cargas perigosas (BENNER, 1975). ISIM é utilizado em sistemas de transporte, na aviação, ferrovias, sistemas marítimos e sistemas de dutos. O CTM é bastante difundido na França para a investigação e análise de diversos tipos de acidentes.

O TRIPOD é usado em acidentes complexos nas indústrias de alta tecnologia e, particularmente, na indústria do petróleo. O método NSB foi desenvolvido especificamente para a indústria ferroviária. O SCAT é de uso geral e o WAIT é utilizado em acidentes de trabalho em todos os setores da atividade industrial.

Portanto, foi permitido inferir que a solução para o problema brasileiro seja a adequação de uma metodologia para que fosse aplicada nos acidentes envolvendo veículos espaciais no território nacional.

3.3 A metodologia de investigação do CENIPA e a sua aplicação para área espacial

O Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) foi criado em 1971, pelo Decreto nº 69.565, sendo definido como órgão central do Sistema de Investigação de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER). É o órgão do COMAER responsável pelas atividades de investigação de acidentes aeronáuticos da aviação civil e da Força Aérea Brasileira (CENIPA, 2019).

Por conseguinte, possui 50 (cinquenta) anos de expertise no trato de acidentes aeronáuticos. Acidentes que, conforme Sampaio (2020), se encontram no mais alto nível de complexidade de investigação, ao lado de investigação de acidentes em usinas nucleares.

As investigações do CENIPA são embasadas no Anexo 13 da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), considerada o órgão de referência mundial, que normatiza as leis sobre aviação civil internacional (CENIPA, 2019).

Assim, o conhecimento adquirido com organizações de segurança de voo de outros países, aliado à experiência acumulada ao longo dos anos, resultou no aperfeiçoamento da doutrina de segurança de voo no Brasil e no estabelecimento das bases de pesquisa nesse campo: o trinômio “o Homem, o Meio e a Máquina”, pilar da moderna filosofia SIPAER. Desta maneira, as investigações de acidentes

aeronáuticos são concentradas nos aspectos básicos, identificados e relacionados com a atividade aeronáutica, agrupados nos fatores Humano, Material e Operacional (CENIPA, 2019).

Sua metodologia de investigação ao englobar o Fator Humano estuda o homem sob o ponto de vista biológico, em seus aspectos fisiológicos e psicológicos. No Fator Material engloba a aeronave e o complexo de engenharia aeronáutica. No Fator Operacional compreende os aspectos que envolvem o homem no exercício da atividade, incluindo os fenômenos naturais e a infraestrutura (CENIPA, 2019).

O Manual de Investigação do Sipaer (MCA 3-6), orienta a metodologia e os procedimentos para a investigação de ocorrências aeronáuticas de interesse do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) (BRASIL, FAB, 2017).

A metodologia aplicada pelo CENIPA define um investigador principal, este habilitado com o curso de Investigação de Acidentes ministrado pelo próprio CENIPA e responsável pelo Fator Operacional, assim como os investigadores que irão compor à equipe, estes responsáveis pelo Fator Humano e Fator Material.

Em sua metodologia observa-se a aderência com as ideias defendidas por Reason (2009) ao focar nos estudos do erro humano para ocorrência de acidentes.

Já em sua definição de acidente, foca-se exclusivamente em aeronaves, como pode ser observado a seguir ao definir acidente aeronáutico:

Toda ocorrência aeronáutica relacionada à operação de uma aeronave tripulada, havida entre o momento em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado ou; no caso de uma aeronave não tripulada, toda ocorrência havida entre o momento que a aeronave está pronta para se movimentar, com a intenção de voo, até a sua parada total pelo término do voo, e seu sistema de propulsão tenha sido desligado [. . .] (BRASIL, FAB, 2017, p.14)

Tal definição, quando comparada à da NASA em sua definição de acidentes, percebe-se que a da referida Agência Espacial é mais ampla, não servindo somente para lançamentos espaciais:

Uma perturbação grave em uma missão ou programa, geralmente ocorrendo na forma de uma sequência de eventos, que pode causar consequências adversas à segurança, sob a forma de morte, ferimento, doença ocupacional, dano ou perda de equipamento, ou propriedade ou dano ao ambiente. (NASA, 2018, p.23, tradução nossa)

No que tange a definição de investigação, o Glossário da FAB, no seu Manual do Comando da Aeronáutica (MCA 10-4) cita:

Processo conduzido com o propósito de prevenção de acidente e que compreende a coleta e a análise de informação, a obtenção de conclusões, incluindo a determinação das causas e, quando for o caso, a formulação de recomendações de segurança. (BRASIL, 2001, p.85)

Vale ressaltar que, a definição citada é a padronizada para toda a Força Aérea Brasileira, servindo, portanto, para qualquer investigação de acidentes, mesmo que não envolvendo aeronaves militares, no âmbito da Força, e no caso de acidentes envolvendo aeronaves civis, esta mesma definição é seguida, dado que o CENIPA, como órgão responsável pelo gerenciamento de quaisquer acidentes aeronáuticos no país, segue a mesma definição.

Neste caso, é possível observar a congruência entre as definições de investigação defendidas pela FAB e pela NASA, que cita a necessidade de identificar as causas primárias, ou raiz, os fatores contribuintes, e recomendar ações corretivas como intuito de evitar ocorrências semelhantes no futuro. (NASA, 2018).

Na metodologia CENIPA observa-se a análise de fatores contribuintes permitindo que todos os fatores envolvidos no acidente, direta ou indiretamente, sejam considerados na investigação e, portanto, gerando a possibilidade de correção dos erros em todos os níveis de envolvimento, tendo como consequência uma menor possibilidade da intercorrência de um evento similar no futuro.

O CENIPA com sua experiência em capacitação e infraestrutura disponível na área de investigação de acidentes, forma em média oitenta profissionais por ano. Desde sua criação, em 1971, foram formados mais de 4000 investigadores para o Brasil. (CENIPA, 2021)

Assim, com as vantagens foi possível observar a possível adequação da metodologia de investigação que é utilizada nos acidentes aeronáuticos, que guardada as peculiaridades dos lançamentos espaciais, possa vir a ser utilizada nas investigações de acidentes envolvendo veículos espaciais.

4 INVESTIGAÇÕES DOS ACIDENTES ESPACIAIS BRASILEIROS

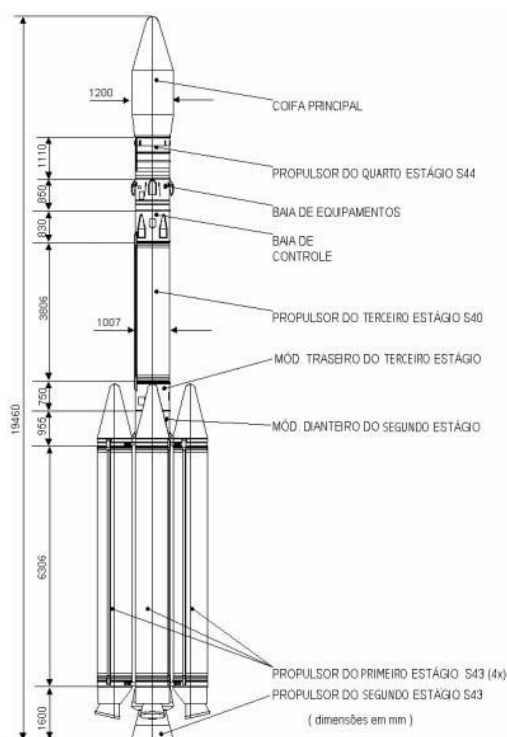
Este capítulo e seus subcapítulos foram confeccionados tendo por base o OE 4, onde foram analisados e comparados os relatórios de investigação de três acidentes ocorridos no Centro de Lançamento de Alcântara. Para tanto, fez-se necessária a explanação do ocorrido em cada operação de lançamento, dos prejuízos causados e dos métodos utilizados no desenvolvimento da investigação.

Para cada acidente apresentado neste estudo, foram destacados os seguintes itens: características do foguete, objetivo da operação, histórico do acidente, os danos causados, a formação da comissão de investigação, a metodologia utilizada, as áreas analisadas em consonância com a metodologia CENIPA e, por fim, os resultados da investigação.

4.1 O acidente do VLS

- **Características do foguete**

O VLS em sua configuração final era um veículo composto por quatro estágios com utilização de propulsão sólida, com capacidade nominal de satelização de uma carga útil de 100 a 380 kg em órbitas circulares equatoriais de 200 a 1200 km de altitude, ou de 75 a 275 kg em órbitas circulares polares de 200 a 1000 km de altitude, sendo enquadrado na classe dos lançadores de pequeno porte (IAE, 2019a).

Figura 25 – Configuração do VLS

Fonte: Relatório de Investigação (2004)

Tabela 2 – Características do Veículo - VLS

Número de Estágios	4
Comprimento Total	19 Metros
Diâmetro dos Motores	1 Metro
Massa Total	50 Toneladas

Fonte: Adaptado pelo Autor (2020)

- Objetivos da operação**

A operação de lançamento fora intitulada “São Luís”, e tinha como objetivos a serem atingidos, conforme expostos no Relatório de Investigação do acidente do VLS (NASCIMENTO et al., 2004):

- 1) Realizar o terceiro voo de qualificação do VLS-1;

- 2) Colocar em órbita circular equatorial com inclinação de 16°, a 630 km de altura, o Satélite Tecnológico (SATEC), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e um segundo satélite, mecanicamente solidário ao primeiro, denominado UNOSAT, desenvolvido pela Universidade do Norte do Paraná (UNOPAR). O SATEC tinha a massa total de 53,5 kg e dimensões de 660x660x1150 mm, consistindo, basicamente, de um receptor *Global Positioning System* (GPS) para determinação da órbita final alcançada; enquanto o UNOSAT, com 7,5 kg, dimensões de 85x250x460 mm e funcionamento independente do SATEC, tinha a missão de transmitir sinais de áudio na frequência de 148,135 MHz;
- 3) Permitir a verificação dos meios do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) para lançamentos orbitais; e usar o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) como estação de rastreamento da trajetória do veículo e de registro de parâmetros transmitidos, via telemetria, e testar se os meios implantados, interligando as estações do CLA e CLBI, são adequados e estão operacionais para essa função.

- **Histórico do acidente e seus danos**

Na realização da Operação São Luís, no Centro de Lançamento de Alcântara, na tarde do dia 22 de agosto de 2003, o terceiro protótipo do veículo lançador de satélites brasileiros (VLS-1 V03) foi destruído por um incêndio, durante os preparativos para o lançamento, resultando na morte de 21 (vinte e uma) pessoas que se encontravam na Torre Móvel de Integração (TMI).

Além do indesejável dano às vidas nesse acidente, como dano material podem ser citados: a destruição completa da TMI e a destruição do próprio VLS com os satélites embarcados.

Figura 26 – TMI antes do acidente



Fonte: Relatório de Investigação (2004)

Figura 27 – TMI após o acidente



Fonte: Relatório de Investigação (2004)

- Pessoal envolvido na investigação

Logo após ocorrido o acidente, o Coordenador Geral da Operação (CGO) instituiu uma comissão técnica de investigação com a intenção de conduzir as ações julgadas necessárias. Assim, o presidente da referida comissão optou por solicitar o apoio do CENIPA com o intuito de complementar a equipe técnica escolhida. O objetivo de tal solicitação é assim citado no Relatório:

“O objetivo, ao agregar à Comissão pessoas com formação e experiência em investigação de acidentes aeronáuticos, foi transmitir e aplicar aos trabalhos a filosofia e a metodologia preconizadas pelo CENIPA, órgão executivo e doutrinário do Estado-Maior do Comando da Aeronáutica, dedicado à investigação e à prevenção de acidentes aeronáuticos, assim como à formação de recursos humanos especializados” (NASCIMENTO et al., 2004, p.22).

A comissão em sua configuração final foi composta por 38 membros divididos em 4 grupos/subcomissões assim definidos: Fator Humano, Fator Operacional, Fator Meteorológico e Fator Material.

Dos trinta e oito membros que compuseram a Comissão de Investigação, vale salientar a participação de três representantes da comunidade científica brasileira, dois das famílias das vítimas, um especialista do INPE e um da EMBRAER.

Ao apresentar a metodologia empregada na investigação deste acidente, os fatores da metodologia CENIPA citados serão explicitados.

- **Metodologia de investigação utilizada e áreas analisadas**

Com a solicitação do apoio do CENIPA na investigação, a metodologia empregada pelo citado órgão foi utilizada, ou seja, a empregada na realização de investigação de acidentes aeronáuticos.

Assim, a divisão em 4 grupos/subcomissões como já citado, seguiu a linha do CENIPA com sua teoria das três áreas “O Homem”, “O Meio” e “A Máquina”.

A ação do Homem é analisada nos fatores Humano e Operacional, o Meio é estudado analisando-se a influência das condições atmosféricas, intitulado Fator Meteorológico e, por fim, a Máquina, referindo-se ao equipamento, que no caso do CENIPA é a aeronave.

Em virtude disso, os fatores foram assim definidos para investigação do VLS:

- 1) Fator Humano: estudou os aspectos físicos, fisiológico e psicológico;

- 2) Fator Operacional: estudou as ações do homem no desempenho de suas atividades;
- 3) Fator Meteorológico: estudou a influência das condições atmosféricas; e
- 4) Fator Material: estudou o equipamento (foguetes com seus sistemas de apoio) e sua influência no acidente.

Além da metodologia do CENIPA optou-se, conforme pode ser verificado no Relatório, pelo uso da metodologia *Fault Tree Analysis* (FTA), sendo escolhido um especialista em árvore de falhas que pertencia ao IFI. Este Instituto é, usualmente, o órgão do DCTA encarregado pelo CENIPA de apoiar a investigação do Fator Material relativo a acidentes ocorridos com aeronaves civis e militares, em território brasileiro (NASCIMENTO et al., 2004).

Os grupos responsáveis por investigar os fatores Meteorológico e Material tinham como objetivo principal identificar as possíveis causas físicas do acidente. Já os grupos dos fatores Operacional e Humano cobriram um amplo leque de aspectos individuais, psicossociais e organizacionais, visando permitir, ao final do processo, uma compreensão objetiva do acidente e das circunstâncias em que ocorreu (NASCIMENTO et al., 2004).

Os selecionados para presidir as quatro subcomissões tinham em comum o fato de não serem familiarizados com o Projeto VLS-1, nem terem pertencido ao Instituto de Aeronáutica e Espaço (CTA/IAE), onde o projeto é desenvolvido. (NASCIMENTO et al., 2004, p.23).

Um Inquérito Policial Militar (IPM) também foi instaurado, concomitantemente com a investigação das causas dos acidentes. Ressalta-se que a metodologia utilizada em investigações criminais para se imputar uma possível culpabilidade, caso existisse, não foi foco deste estudo, sendo que os métodos utilizados por tal investigação não foram considerados.

• **Resultados Alcançados**

A Comissão de Investigação, após 172 dias, chegou as seguintes conclusões de caráter geral (NASCIMENTO et al., 2004, p.99, com adaptações):

- 1) O acidente teve início com o funcionamento intempestivo, porém nominal, do propulsor A do primeiro estágio (Fator Material);

- 2) Foram encontrados fortes indícios de que o funcionamento intempestivo do propulsor A tenha sido causado pelo acionamento, também intempestivo, de um dos detonadores do conjunto de ignição do referido propulsor (Fator Material);
- 3) Dentre as causas analisadas do acionamento do detonador do propulsor A, destacam-se: corrente elétrica pela “linha de fogo” e descarga eletrostática no interior do detonador. Não foi possível, entretanto, identificar com precisão se uma dessas duas hipóteses foi a causa do acionamento do detonador (Fator Material);
- 4) Não foi identificada falha ativa (erro ou violação com resultados imediatos) que tenha, diretamente, dado início ao acidente (Fator Operacional);
- 5) Foram identificadas falhas latentes (medidas adotadas ou decisões tomadas, geralmente muito antes do acidente, cujas consequências podem permanecer latentes por longo período) (Fator Humano); e
- 6) A longa convivência do projeto com a escassez de recursos humanos e materiais pode ter conduzido a uma dificuldade crescente em perceber a degradação das condições de trabalho e da segurança (Fator Humano).

O Relatório ainda gerou inúmeras recomendações para a possível realização de um novo lançamento, seguindo a metodologia empregada pelo CENIPA, e foram divididas em recomendações de curto, médio e longo prazos, que somaram mais de 150. Sendo as de curto prazo as consideradas obrigatórias para um possível retorno ao voo.

Já o uso da metodologia FTA, usada concomitantemente com a metodologia CENIPA, pouco acrescentou ao resultado da investigação, dada a abrangência da metodologia CENIPA para verificação e análise dos fatores contribuintes e geração de recomendações de segurança.

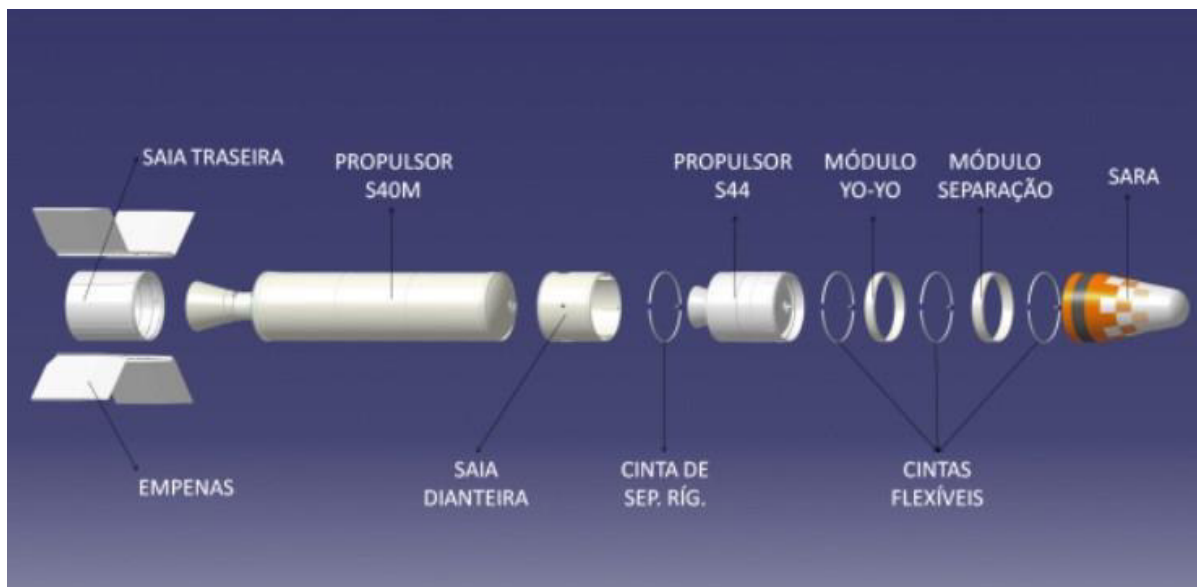
4.2 O acidente do VS-40 SARA

- Características do foguete

O VS-40 era um veículo suborbital composto por dois estágios, que utilizavam combustível a propulsão sólida e com capacidade de efetuar missões com cargas

úteis de até 500kg em trajetórias de 650km de apogeu. O primeiro estágio é constituído pelo propulsor, e o segundo estágio pelo propulsor S44 (IAE, 2019b).

Figura 28 – Configuração do VS40 SARA



Fonte: Relatório (2016)

O projeto denominado Satélite de Reentrada Atmosférica (SARA) foi concebido com o objetivo de oferecer ao país uma plataforma espacial para realização de experimentos em microgravidade, destinado a operar em uma órbita de 300 km, com capacidade de transportar experimentos científicos e tecnológicos de até 55 kg, com permanência orbital de até dez dias, sendo posteriormente reconduzido à Terra e recuperado (IAE, 2019b).

Figura 29 – Representação Esquemática do SARA - Lançamento, órbita e recuperação

Fonte: IAE (2019)

Tabela 3 – Características do Veículo - VS40 SARA

Número de Estágios	2
Comprimento	7,4 metros
Diâmetro dos Motores	1 Metro
Massa Total	6, 5 Toneladas

Fonte: Autor (2020)

- **Objetivos da operação**

Os objetivos principais da Operação São Lourenço eram:

- 1) Lançamento e rastreo;
- 2) Ensaio em voo da Plataforma Suborbital Recuperável – SARA;
- 3) Qualificação do módulo YO-YO;

- 4) Ensaio em voo da Rede Elétrica de Segurança;
- 5) Ensaio em voo do Sistema Elétrico com Isolação Galvânica;
- 6) Recuperação da carga útil

Tendo ainda os seguintes objetivos específicos:

- 1) Aquisição de medidas em regime de voo de altas velocidades, em baixa e alta atmosfera e média velocidade de reentrada atmosférica;
 - 2) Aquisição de variáveis aerodinâmicas, térmicas e operacionais, durante as fases de voo ascendente e descendente;
 - 3) Monitoramento do ambiente do módulo de experimentação de microgravidade;
 - 4) Teste da rede de transmissão de dados; e
 - 5) Qualificação em voo do sistema de recuperação
- Histórico do acidente e seus danos

Em 13 de novembro de 2015, houve a tentativa do quarto voo de um veículo VS-40, no Centro de Lançamento de Alcântara, para ensaio do Satélite de Reentrada Atmosférica (SARA), como carga útil de aproximadamente 300kg, em um apogeu suborbital de 189 km. Neste voo específico, o segundo estágio, S44, encontrava-se carregado com propelente inerte. O propulsor S40 explodiu ainda no lançador.

Além da destruição completa do foguete com sua carga útil, a lança também sofreu danos catastróficos, inviabilizando futuros lançamentos até o final de sua reconstrução, quase dois anos após o evento.

O relatório ainda cita desconhecer qualquer prejuízo que tenha sido causado à saúde física ou psíquica das diversas pessoas envolvidas na Operação São Lourenço.

Figura 30 – VS40 SARA no lançador antes do acidente



Fonte: Relatório (2016)

Figura 31 – VS40 SARA no momento do acidente



Fonte: Relatório (2016)

- **Pessoal envolvido na investigação**

Após o acidente foi criada uma comissão, que para evento foi chamada de : “Comissão de Investigação de Acidente Aeroespacial” (CIAA). Não foi localizado no Relatório o número total de membros da referida comissão, apenas os que elaboraram o relatório, totalizando seis pessoas. Ainda vale ressaltar que não foi localizado uma possível divisão de áreas a serem investigadas por cada indivíduo, ou grupo, envolvido na investigação.

- **Metodologia de investigação utilizada e áreas analisadas**

Tão logo houve a constituição da CIAA, realizou-se uma série de reuniões, para que se pudesse viabilizar a elaboração de hipóteses a serem pesquisadas e investigadas de forma mais aprofundada. Para tanto, as seguintes informações foram analisadas:

- Relatório da Ação Inicial de Investigação, realizada in loco;
- Dados digitais obtidos por telemedidas;
- Imagens digitais e vídeos;
- Relatórios e Fichas de Não-conformidades (R/FNC);
- Relatórios de Ensaio (RE);
- Fichas de Acompanhamento de Projeto (FAP);
- Dados e desenhos do projeto do propulsor S40M;
- Árvore de falha do veículo VS-40;
- Condição dos destroços; e
- Bibliografia científica acerca dos fenômenos analisados.

Houve um período preparatório que incluiu:

- Requisição de diversos RE, FAP, FNC, imagens, vídeos e outros documentos;

- Estudo e análise dos Relatórios de Investigação da Operação Ômega, VLS-1 V02 e VLS-1 V03;
- Redução dos dados de telemédidas e elaboração dos gráficos alusivos aos fenômenos mais relevantes;
- Seleção e análise das imagens e vídeos;
- Entrevistas com engenheiros e técnicos; e
- Pesquisa bibliográfica.

A comissão formulou um conjunto de hipóteses, de forma a se verificar a possibilidade de se evidenciar quais seriam as mais prováveis e os principais fatores que pudessem ter contribuído para o insucesso do lançamento, que culminou com a explosão do propulsor.

A análise dos destroços foi considerada fundamental para a formulação de algumas hipóteses. De tal forma que, cada hipótese foi testada e analisada uma a uma separadamente e aos pares, para se verificar a aderência aos dados obtidos durante a fase de pesquisa. Durante todo o processo, foram sendo registradas todas as sugestões para as recomendações, independentemente de possuírem relação de causa e efeito com o insucesso do lançamento. Diversas outras não-conformidades foram identificadas durante a investigação, tanto por meio dos destroços quanto por meio do estudo documental.

Verificou-se ainda, que a metodologia *Fault Tree Analysis* (FTA) foi utilizada, apesar de existir apenas um especialista com domínio da metodologia, para análise do acidente e busca da causa raiz, o que gerou as seguintes hipóteses:

- Rompimento intempestivo do envelope motor, devido à falha estrutural, em valores de pressão total menores do que o especificado para o item;
- Superaquecimento no envelope motor, por meio de pontos ou áreas quentes na superfície do envelope: Na região do domo dianteiro; Ao longo do comprimento do envelope motor e No fechamento traseiro;
- Obstrução da tubeira: Fratura do inserto de grafite; Fragmentos do propelente; e Fragmentos de proteção térmica;

- Obstrução da passagem de gases do grão propelente, em virtude de deformação do grão propelente, em função do descolamento da interface propelente/liner;
- Aumento súbito da área de queima do propelente: Trincas; Bolhas;
- Descolamento entre propelente e proteção térmica; e
- Fratura do Grão Propelente durante a Ignição;
- Anomalia na ignição: Sobrepressão gerada pelo ignitor e Detonação do Propelente; e
- Acionamento do sistema de teledestruição.

As áreas analisadas para investigação do referido acidente se restringiram ao fator Material, ou seja, o próprio foguete, dada a limitação do próprio método FTA, que não visa analisar fatores contribuintes como o Fator Humano e Meteorológico, por exemplo.

- **Resultados Alcançados**

A Comissão de Investigação, após 139 dias, chegou as seguintes conclusões:

- Tendo em vista o fato de a explosão ter ocorrido logo após a ignição do motor, ainda com o veículo no trilho do lançador, houve a disponibilidade de análise de quantidade suficiente dos destroços, o que permitiu a obtenção de diversos detalhes relevantes.
- A Operação São Lourenço não contou com filmagem de alta velocidade e sim filmagens convencionais, com velocidades da ordem de 33 ms/quadro, o que impossibilitou a observação minuciosa da evolução da ignição até a explosão e projeção dos fragmentos, reduzindo-se a capacidade de análise de eventos transientes.
- Quando do início da investigação, verificou-se a inexistência de Árvores de Falha, tanto do veículo completo quanto dos propulsores isoladamente. À vista disso, constou de parte da pesquisa a elaboração dessas árvores. O envelope

motor acidentado já havia sido anteriormente utilizado para um único ensaio de tiro em banco, com completo êxito. Após a devida restauração, realizou-se novo ensaio hidrostático que apontou resultados dentro dos valores especificados para o item.

- A investigação não adentrou pela questão da intencionalidade do fato, citando ter em vista, principalmente, a abundância de dados que indicaram que o acidente se deu por consequência de uma série de fatores relacionados a deficiências de processos, de procedimentos e de lacunas no conhecimento tecnológico necessário.
- Da análise dos dados de pressão na câmara do envelope motor e na câmara do ignitor, considerou-se improvável a hipótese de o envelope motor ter sofrido colapso por falha estrutural, uma vez que os dados apontam para uma explosão em valores de pressão acima do nominal de projeto.
- Considerou-se a hipótese de superaquecimento do envelope motor altamente improvável.
- Fruto da análise dos destroços, encontraram-se diversas inconsistências ou falhas no processo de fabricação do fechamento dianteiro, próximo à zona de interface da proteção térmica flexível dianteira com a proteção térmica de borracha do corpo cilíndrico. Acredita-se que nenhuma dessas inconsistências ou o somatório delas tenha dado causa à explosão.
- A maioria das hipóteses estudadas, em princípio, não apresenta potencial para, isoladamente, dar causa inequívoca à explosão
- De um modo geral, a análise das hipóteses apontou para a sobrepressão no envelope motor como o fenômeno com maior aderência aos dados obtidos. Ainda neste sentido, os fatos analisados convergiram para as características mecânicas do grão propelente e para a qualidade da adesão entre o liner e o propelente.

Após toda a análise, na qual se considerou a árvore de falha do veículo, o histórico do projeto, os dados de não-conformidade, as imagens, os vídeos, diversos

relatórios, a teoria acadêmica, bem como os demais documentos, foi proposta uma hipótese, a seguir descrita, como sendo a mais provável, uma vez que demonstrou uma maior convergência com todos os dados obtidos:

O motor S40 explodiu 324 milissegundos após o início do comandamento de ignição, a uma pressão nominal da câmara do motor entre 11,5 MPa e 22,0MPa, em função de descolamento ou a adesão insipiente de elevada área da interface entre o *liner* e o propelente, o que pode ter potencializado a deformação do grão propelente, associada à possível formação de trincas ou fratura, com aumento substancial da área de queima, o que se mostra compatível com o gradiente de aumento de pressão (JR et al., 2016, p.48).

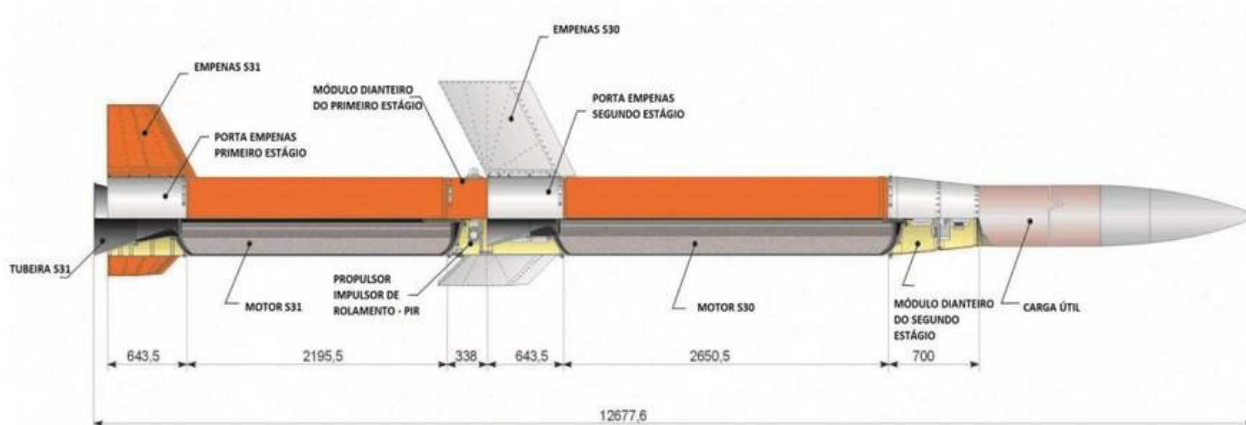
O Relatório, por fim, ainda gerou 51 (cinquenta e uma) recomendações para a possível realização de um novo lançamento, não definindo prazos, mas as priorizando utilizando-se uma análise pelo método (Adequabilidade, Praticabilidade e Aceitabilidade) APA.

Apesar da metodologia FTA não prever a geração de recomendações, elas foram criadas mesmo sem relação direta com acidente, por isso foi necessário o uso do método APA para que elas pudessem ser inseridas no relatório gerado.

4.3 O acidente do VSB-30

- **Características do foguete**

O VSB-30 é um foguete suborbital, bi-estágio, não guiado, estabilizado por empenas e lançado de trilho, composto de um propulsor de propelente sólido S31, módulo dianteiro do primeiro estágio, o segundo estágio, um propulsor de propelente sólido S30, módulo dianteiro do segundo estágio, carga útil, sistema de recuperação e módulo de serviço. O motor e a carga útil são conectados por um módulo de separação. O foguete é utilizado para transportar cargas úteis para a realização de experimentos científicos e tecnológicos em ambiente de microgravidade.

Figura 32 – Configuração do VSB-30

Fonte: Relatório (2017)

Tabela 4 – Características do Veículo - VSB-30

Número de Estágios	2
Comprimento	12,6 Metros
Diâmetro dos Motores	0,557 Metros
Massa Total	2,6 Toneladas

Fonte: Autor (2020)

- **Objetivos da operação**

O objetivo geral da operação era realizar o lançamento do veículo VSB-30, o rastreamento da carga útil MICROG2, na qual estavam embarcados experimentos da AEB, de forma a permitir a realização de experimentos em ambiente de microgravidade e o resgate da carga útil no mar, a partir do CLA e utilizando o CLBI como estação remota.

Ainda teve como objetivos específicos:

- Dar prosseguimento ao Programa Espacial Brasileiro, em coordenação com a AEB.
- Apoiar o Programa Microgravidade da AEB permitindo que organizações de ensino, pesquisas e desenvolvimento realizem experimentos científicos e tecnológicos por meio de voos suborbitais.

- Manter a operacionalidade do CLA, proporcionando treinamento às diversas equipes envolvidas com a mobilização e logística necessárias para o lançamento, o rastreio, a coleta de dados e o resgate da carga útil MICROG2 no mar.
- Utilizar operacionalmente o Lançador Móvel oriundo do CLBI para lançamentos a partir do CLA.
- Manter a operacionalidade do CLBI como Estação Remota, proporcionando treinamento às diversas equipes envolvidas com o rastreio do VSB-30 V11 a grande distância, a coleta e a transmissão de dados da carga útil MICROG2 na sua faixa de visada.
- Incrementar a parceria com o Centro Espacial Alemão (DLR) na área espacial relacionada com o lançamento de veículos suborbitais e de realização de experimentos em ambiente de microgravidade.
- **Histórico do acidente e seus danos**

O projeto do foguete suborbital VSB-30 foi submetido a um processo de certificação para se adequar às normas e atender aos requisitos da Agência Espacial Europeia (ESA) e também pela Agência Espacial Sueca (SSC). As fases do projeto foram especificadas de forma detalhada, por meio de uma documentação íntegra, abrangente e estritamente técnica que compreendeu diversas avaliações formais como Revisão de Concepção (RC), Revisão Preliminar de Projeto (PDR), Revisão Crítica de Projeto (CDR) e duas Revisões de Qualificação (RQ) – sendo estas realizadas após o lançamento do primeiro protótipo no Brasil, em 2004 e na Europa, em 2005 e a metodologia utilizada nas Revisões de Qualificação baseada na norma “ECSS-M-30-01A Space Project Management – Organization and Conduct of Reviews”.

Em maio de 2005, o foguete VSB-30 recebeu sua qualificação internacional e, em 2009, recebeu do órgão certificador IFI a primeira certificação baseada no modelo de voo V01 e, em 2015 a segunda certificação baseada no modelo de voo V07.

Os vinte e quatro voos bem-sucedidos do VSB-30, até aquela data, ressaltavam o excelente desempenho do veículo e fortaleciam a validade e a eficácia

dos processos de certificação sob os quais o veículo fora submetido, consolidando uma relevante conquista para o Brasil fazendo com que fosse aceito internacionalmente.

Apesar de tamanha confiabilidade, no dia 07/12/2016 às 14h30min, horário local, foi lançado o VSB-30 com a carga útil denominada MICROG2 do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), Maranhão, Brasil. A queima do motor S31 foi nominal e a fase do voo propulsado do primeiro estágio ocorreu sem problemas. Aproximadamente aos 31,5 segundos de voo e aproximadamente a 16,5 segundos de queima do motor S30, ocorreu uma separação intempestiva da carga útil. Após a separação o motor S30 continuou sua trajetória com empuxo até o fim de queima próximo de 43 segundos.

Além do dano ao veículo, o acidente não proporcionou ambiente de microgravidade aos experimentos embarcados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), da Universidade Estadual de Londrina (UEL), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e do IAE.

O relatório não cita nenhum prejuízo que tenha sido causado à saúde física ou psíquica das diversas pessoas envolvidas na Operação Rio Verde.

Figura 33 – VSB-30 no lançador antes do acidente



Fonte: Relatório (2017)

Figura 34 – VSB-30 Carga útil recuperada após o acidente



Fonte: Relatório (2017)

- **Pessoal envolvido na investigação**

Após o acidente foi criada uma comissão, que para evento foi chamada de: “Comissão de Investigação”. No Relatório, o número de membros da referida comissão que assina o documento soma 9 (nove) pessoas.

- **Metodologia de investigação utilizada e áreas analisadas**

O Relatório teve como título: “Relatório Final: Relatório de Análise da Anomalia do Voo do VSB-30 V11”.

As áreas analisadas para investigação do referido acidente foram os fatores Material e Meteorológico. Sendo assim, as informações utilizadas na investigação foram: filmagens, dados de telemetria, carga útil recuperada e fragmentos de empena recolhidos no setor de preparação e lançamento.

Verificou-se ainda, que a metodologia *Fault Tree Analysis* (FTA) foi utilizada para análise do acidente e busca da causa raiz.

- **Resultados Alcançados**

A comissão, após 60 (sessenta) dias, chegou à seguinte conclusão:

“A distribuição irregular de tensão na cinta (este item com maior influência), associada à deformação das empenas, foram os responsáveis pela separação intempestiva da carga útil aos 31,65 segundos, quando ocorreu a abertura da cinta de separação da carga útil” (CASTRO et al., 2017, p.88).

O Relatório, por fim, ainda gerou 25 (vinte e cinco) recomendações para a possível realização de um novo lançamento, não definindo prazos e definindo duas categorias de recomendações: “Recomendações” e “Recomendações Adicionais”. Novamente, ao utilizar a metodologia FTA, que não gera recomendações, as que foram confeccionadas ficaram fora de uma padronização, gerando inclusive um novo modelo de recomendações intitulada “Recomendações Adicionais” que não foram citadas em nenhum outro relatório aqui estudado.

Assim, após explicitados os acidentes deste estudo de caso, fez-se necessário que fossem comparados, para uma melhor compreensão dos dados apresentados.

4.4 Comparativo dos casos estudados

Na Tabela 5 compara-se a metodologia utilizada em cada uma das investigações, o tempo decorrido em cada investigação, o número de membros pertencentes à comissão, os fatores analisados quando comparando-se com o aplicado pela metodologia do CENIPA e o número de recomendações geradas em cada uma das investigações. Ainda é demonstrada a possível compatibilidade com outras metodologias de investigação apresentadas neste estudo.

Tabela 5 – Comparativo dos Casos

Relatório	Nº de Membros na Comissão	Tempo decorrido na investigação	Metodologia utilizada	Fatores analisados (método CENIPA)	Recomendações geradas	Compatibilidade
VLS	38	179 dias	CENIPA e FTA	4 fatores	150	CENIPA, FTA, MORT, CTM, TRIPOD, ISIM, WAIT
VS40 SARA	6	134 dias	FTA	1 fator	51	CENIPA, FTA, MORT, CTM, TRIPOD, ISIM, WAIT
VSB-30	9	60 dias	FTA	2 fatores	25	CENIPA, FTA, MORT, CTM, TRIPOD, ISIM, WAIT

Fonte: Autor (2020)

No Relatório de investigação do VLS, observa-se a análise dos seguintes fatores: Humano, Operacional, Material e Meteorológico.

No Relatório do VS40 SARA, observa-se a análise de um único fator: Material

No Relatório do VSB-30, observa-se a análise de dois fatores: Material e Meteorológico.

Observa-se, portanto, na tabela comparativa dos casos estudados, que as metodologias CENIPA, FTA, MORT, CTM, TRIPOD, ISIM e WAIT, apesar de em sua concepção não terem sido desenvolvidas com o foco em acidentes espaciais, se mostraram compatíveis com as investigações realizadas nos relatórios.

Desta feita, quando se analisa a Tabela 5, percebe-se que com o uso da metodologia CENIPA, observado no relatório VLS, um maior número de recomendações foi gerado, resultado direto do número de fatores contribuintes analisados na investigação do referido acidente.

Nos relatórios estudados, apenas as metodologias CENIPA e FTA foram utilizadas. As demais citadas na Tabela 5, por não existirem especialistas nessas metodologias, não foram aplicadas no COMAER.

Quanto ao modelo de relatório, verificou-se uma falta de padronização dos modelos estudados, inclusive da nomenclatura dos referidos documentos, o que dificultou a análise dos mesmos.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Cada método de investigação de acidentes deve fornecer orientação que vise identificar o conjunto completo de fatos (eventos e circunstâncias) relevantes para o acidente e a compreensão teórica por trás do evento. Quanto ao requisito descritivo, quase todos os métodos de investigação fornecem uma descrição detalhada dos eventos e as circunstâncias que envolveram o acidente. Há uma exceção com as técnicas de árvore, como FTA, que pode ajudar a ordenar informações complexas sobre um acidente que aconteceu, mas a construção da árvore depende das habilidades e capacidade do analista.

Cada método de investigação de acidentes deve ser revelador, o que significa que ele distingue entre eventos e causas subjacentes, de modo a garantir que o investigador vai pensar sobre as causas subjacentes, que são as razões menos óbvias para que um acidente aconteça.

O processo de validação visa avaliar se os métodos são válidos e confiáveis. Um método de investigação confiável deve facilitar a concordância entre resultados e os diferentes pesquisadores / usuários, enquanto um método válido deve promover, tanto quanto razoavelmente possível, a correspondência entre os resultados da análise e a realidade (JACINTO, 2003).

A metodologia utilizada pelo CENIPA é detalhada de forma a encontrar os fatores contribuintes para o acidente e assim sugerir recomendações visando a não intercorrência de acidentes da mesma natureza. Esse método já é consolidado no país e cumpre com a necessidade de manter a segurança da aeronavegabilidade brasileira tendo como base as ideias defendidas por Reason (2009).

A investigação realizada pelo CENIPA não tem caráter punitivo, visando tão somente a não intercorrência de acidentes similares, cabendo aos órgãos competentes a judicialização ou não do acidente investigado.

Apesar da disponibilidade de métodos, as investigações detalhadas se aplicam no caso de acidentes graves, particularmente em indústrias de alta tecnologia como usinas nucleares, elétricas e químicas. Isso pode ser explicado pelo fato de tais ambientes de trabalho possuírem um caráter altamente processual, onde especificações detalhadas permitem a identificação de relações de

causalidade permitindo o desenvolvimento de modelos de causalidade de acidentes. Desta feita, uma melhor compreensão e análise das múltiplas causas dos acidentes, além das imediatamente envolvidas, é uma necessidade absoluta, quando se considera um acidente envolvendo veículos espaciais, levando-nos aos resultados encontrados.

Baseado no que foi apresentado no decorrer deste trabalho é possível adequar a necessidade de investigação de um acidente envolvendo veículos espaciais no gráfico de Sampaio (2000), dada a complexidade de investigação exigida e por se enquadrar na categoria de indústrias de alta complexidade e alto risco. Portanto, tal investigação foi incluída no topo do referido gráfico como pode ser observado na figura.

Figura 35 – Dificuldade de Investigação Adaptado



Fonte: Autor (2021) adaptado de SAMPAIO (2020)

A evolução dos modelos de causalidade de acidentes ao longo do tempo mostra uma mudança da sequência de eventos para a representação de todo o sistema. Assim, a evolução dos métodos de investigação de acidentes ao longo do tempo revela uma mudança gradual da busca por uma única causa imediata, para o reconhecimento de múltiplas causas, como fraquezas organizacionais e de gestão e suas interações com as atividades laborais. Os métodos de investigação de

acidentes foram desenvolvidos principalmente para uso em acidentes graves em sistemas tecnologicamente complexos.

Uma descoberta interessante durante este estudo foi que, embora um conjunto de requisitos plausíveis para avaliar métodos de investigação de acidentes possa ser estabelecido, é importante que eles possam ser atribuídos ao modelo de causalidade do acidente subjacente. Em outras palavras, os requisitos estabelecidos devem nos ajudar a verificar se um determinado método de investigação de acidentes atende aos princípios do modelo específico de causalidade do acidente, ou evidenciar o grau de alinhamento entre eles.

O alinhamento de WAIT, ISIM e TRIPOD com o modelo de Reason foi descrito, portanto pode-se concluir que o modelo de Reason fornece informações descritivas relevantes para o estudo de acidentes, uma vez que descreve a causa do acidente. O modelo também é revelador, pois, faz uma distinção entre falhas ativas e condições latentes.

Considerando que diferentes visões conceituais do fenômeno do acidente afetam os métodos de investigação usados (BENNER, 1985), os requisitos para avaliar os métodos devem evidenciar a adequação do modelo de acidente utilizado. A eficácia da aplicação do modelo é reconhecidamente difícil de medir objetivamente (LEHTO; SALVENDY, 1991). Por isso, ao se analisar um acidente específico, deve-se levar em consideração a dependência mútua entre os modelos de causalidade e os métodos de investigação. Os modelos fornecem conhecimentos sobre os mecanismos fundamentais que estão na base do cenário de acidente e os métodos fornecem as informações necessárias para analisar o acidente em um cenário específico.

O passo inicial para um investigador seria selecionar um modelo específico que se adapta a ele, que por sua vez o orienta na seleção de um dos métodos relevantes. A escolha do método específico deve ser baseada em suas vantagens e limitações particulares em relação aos requisitos e pode ter um impacto significativo na eficiência e eficácia de uma investigação, pois pode levar a conclusões sobre se, e como o método poderia atender às necessidades identificadas da investigação.

Os problemas de seleção do modelo de acidente e do método de investigação de acidentes requerem atenção. Aspectos de como se busca uma compreensão técnica e teórica ou se baseia nas concepções contextuais dos praticantes devem ser levados em consideração. Além disso, o modelo e a seleção do método devem ser ajustados às necessidades dos investigadores (a quem as descobertas devem servir, suas necessidades e formas de compreensão).

Uma vez que diferentes modelos abordam os acidentes de maneiras às vezes totalmente diferentes, os métodos vinculados a esses modelos podem nos fornecer apenas informações fragmentárias sobre o acidente. Portanto, espera-se que o uso de uma combinação de pares modelo-método, ao invés de um único, possa fornecer uma plataforma melhor e mais confiável para a investigação e análise de acidentes.

Cada método de investigação de acidentes deve fornecer orientação para identificar o conjunto completo de fatos (eventos e circunstâncias) relevantes para o acidente e o entendimento teórico por trás da pesquisa.

Nos acidentes analisados neste estudo, verificou-se o uso da metodologia FTA em todas as investigações realizadas e, apesar de o referido método não prever a criação de recomendações, estas foram criadas e inseridas nos relatórios finais. Tal metodologia foi aplicada por existir, no DCTA, servidor com especialização na área, o que permitiu o seu uso.

No relatório do VLS, como houve a participação do CENIPA na investigação do acidente, a metodologia do referido Centro foi aplicada, assim todos os fatores foram analisados. Salienta-se que a metodologia FTA também foi utilizada, haja vista que o mesmo servidor do IFI, que posteriormente realizaria outras investigações, possuía o conhecimento para confeccionar a referida análise.

No comparativo dos acidentes com as metodologias apresentadas, conforme observado na Tabela 4, foi apresentado a compatibilidade das metodologias com os acidentes estudados, demonstrando quais poderiam e podem ser aplicadas em uma investigação envolvendo o lançamento de veículos espaciais.

Cabe sugerir neste trabalho, a metodologia que melhor se adéque à realidade do Brasil, levando-se em consideração o conhecimento/expertise já existente no país, assim como a possibilidade de seu uso no menor prazo possível. Para tanto,

na Tabela 6 são apresentadas as principais vantagens e desvantagens das metodologias que se mostraram aplicáveis à investigação de acidentes espaciais.

Tabela 6– Resumo das Metodologias de Investigação aplicáveis à investigação espacial

Metodologia		Vantagens	Desvantagens
1	FTA	descrição detalhada dos eventos e as circunstâncias que envolveram o acidente	não confere ao pesquisador qualquer participação ou orientações gerais para a coleta de informações
		é uma técnica adotada pelo Departamento de Defesa dos EUA	construção da árvore depende das habilidades e capacidade do analista
		permite que os investigadores representem graficamente as combinações lógicas de causas do evento	não vai além das causas imediatas não sugere ação corretiva para a geração de recomendações
			FTA não é prático seus resultados dependem dos critérios próprios dos analistas número insignificante ou inexistente de especialistas no Brasil
2	MORT	identifica omissões na situação do acidente e fraquezas no sistema de gestão da empresa	não sugere ação corretiva para a geração de recomendações
		permite ao investigador procurar não apenas as causas diretas, mas também as contribuições causais da administração e dos níveis de organização que tenham, de alguma maneira, contribuído com o acidente	uma técnica cara e de uso intensivo de recursos só pode ser aplicada por especialistas é mais adequado para organizações grandes e burocráticas número insignificante ou inexistente de especialistas no Brasil
3	CTM	pode ser realizada em vários níveis de refinamento e precisão	quanto maior a precisão buscada, mais especialistas qualificados serão necessários
		pertence à categoria de Técnicas de Árvore de Falhas	número insignificante ou inexistente de especialistas no Brasil
		utilizado em diferentes categorias de acidentes	construção da árvore depende das habilidades e capacidade do analista
4	TRIPOD	método relativamente fácil e prático	não foi projetado para produzir recomendações específicas, ele apenas especifica áreas problemáticas visualizadas
		alinhamento com o modelo de Reason	

		uso em acidentes complexos em indústrias de alta tecnologia e, particularmente, para a indústria de petróleo	número insignificante ou inexistente de especialistas no Brasil
5	ISIM	método relativamente fácil e prático alinhamento com o modelo de Reason gera recomendações e estratégias para melhoria da segurança	requer investigadores e analistas especialmente treinados número insignificante ou inexistente de especialistas no Brasil
6	WAIT	método relativamente fácil e prático alinhamento com o modelo de Reason	número insignificante ou inexistente de especialistas no Brasil
7	CENIPA	alinhamento com o modelo de Reason é detalhada de forma a encontrar um maior número de fatores contribuintes para o acidente sugere recomendações visando a não intercorrência de acidentes da mesma natureza método já é consolidado no país não tem caráter punitivo grande número de especialistas no país infraestrutura para formação de profissionais já existente no país	requer adequação das normas/regulamentos para ser aplicada requer a introdução de disciplina voltada à área espacial para complementar a formação dos especialistas

Autor (2021)

5.1 Proposta de Metodologia de Investigação

Para responder o problema de pesquisa “Qual o método a ser utilizado, no Brasil, para sistematizar de forma adequada, uma investigação de acidentes em lançamentos espaciais em consonância com as diretivas estabelecidas no Acordo de Salvaguardas Tecnológicas?”, foi feito um extenso estudo acerca de metodologias de investigação de acidentes.

Apesar de existirem metodologias que se mostraram compatíveis com a investigação dos acidentes estudados nesta pesquisa, fez-se mister que fosse considerada a expertise já existente no país no que tange à investigação de acidentes complexos e a infraestrutura de capacitação para formação de

investigadores, possibilitando a formação em território nacional do maior número possível de profissionais habilitados a investigar ocorrências com veículos espaciais.

Desta feita, tal expertise e infraestrutura só existe no Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), em Brasília-DF, que é órgão central do sistema de investigação de acidentes envolvendo aeronaves no Brasil, com cursos anuais que formam dezenas de investigadores.

Desta forma, a metodologia de investigação sugerida nesta pesquisa é a aplicada pelo CENIPA, chamada neste estudo de metodologia de investigação do CENIPA, haja vista ser um método que faz uso das ideias de Reason, que analisa fatores contribuintes para o evento, e não somente uma causa raiz, gerando recomendações de segurança. A metodologia CENIPA é uma combinação da metodologia ISIM com a WAIT, ambas que também se baseiam em Reason para busca das causas de um acidente.

Para que haja a adequação à investigação envolvendo veículos espaciais, é necessário que, no curso de formação de investigadores do CENIPA, seja incluída uma disciplina intitulada: “Introdução à Tecnologia de Foguetes, com ênfase em operações de lançamento”, visando cobrir a lacuna de conhecimento no CENIPA existente na área espacial. Tal disciplina, poderia ser ministrada por especialistas dos Centros de Lançamentos existentes no Brasil, do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) ou do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), nas instalações do próprio CENIPA.

Assim, é possível inferir, também, que o CENIPA, com as adaptações já citadas, se torne o órgão central do Brasil para investigação de ocorrências espaciais, sendo que este já o é na investigação de acidentes aeronáuticos no país.

Outra sugestão, seria a criação de um setor ou adequação do elo de segurança de voo do CENIPA, nos Centros de Lançamento e no Instituto de Aeronáutica e Espaço, que deverão ser mobiliadas com servidores que detenham, ou que venham a realizar, o curso de investigação de acidentes ministrado pelo CENIPA, com o conhecimento da disciplina de lançamento de foguetes, permitindo que as ações iniciais necessárias de investigação sejam realizadas prontamente quando da ocorrência de um acidente.

5.2 Validação da metodologia proposta

No decorrer deste trabalho, apresentações e reuniões relacionadas com esta dissertação foram realizadas em algumas organizações da FAB, como CENIPA, CLA, DCTA e EMAER, assim as sugestões aqui descritas, como pode ser verificado nos documentos inseridos nos anexos, acabaram por ser acolhidas. Este aceite das sugestões desta pesquisa se deu pelo fato do uso da metodologia CENIPA, durante a investigação de uma ocorrência envolvendo a explosão de um Foguete de Treinamento de 500kg, no Centro de Lançamento de Alcântara, em 12 novembro de 2020, o que ocasionou a validação da referida metodologia sugerida para ocorrências envolvendo veículos espaciais, que inclusive teve seu relatório gerado, encaminhado e aceito sem ressalvas pelo DCTA.

Após esta ocorrência no CLA, com a validação da metodologia aqui proposta, ocorreu uma apresentação desta dissertação no CENIPA, o que gerou o aceite do Centro em ser, também, o órgão central de investigação para ocorrências espaciais, assim como a concordância na inclusão no curso de formação dos futuros investigadores, da disciplina de “Introdução à Tecnologia de Foguetes, com ênfase em operações de lançamento”, conforme comprovado na ATA inserida no Anexo B.

Foi inserida no Apêndice desta pesquisa, uma Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA), intitulada: “Protocolos de Investigação de Ocorrências Espaciais conduzidas pelo Estado Brasileiro”, que tem por finalidade estabelecer protocolos, responsabilidades e atribuições, referentes às investigações de ocorrências espaciais, realizadas no âmbito do Sistema de Investigação de Prevenção de Acidentes, cujo órgão central é o CENIPA. Tal NSCA, quando apresentada ao CENIPA, foi analisada e revisada pelo Centro, inclusive com sugestão da numeração a ser inserida na possível aprovação pelo Comandante da Aeronáutica. Portanto, a proposta inserida no apêndice desta pesquisa foi revisada e aceita pelo órgão que futuramente irá aplicá-la.

Por último, mas não menos importante, o EMAER enviou o documento, após consulta ao DCTA, tornando formalmente o CENIPA o órgão central responsável por essas categorias de investigação, assim como sugerido neste trabalho.

6 CONCLUSÃO

Com a ratificação do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas o Brasil ingressa em um seleto grupo de países com possibilidades de lançamentos orbitais comerciais em seus dois centros de lançamento.

Com a possibilidade do aumento da demanda de lançamentos no país, e sendo o Brasil partícipe de vários acordos internacionais da ONU quanto ao uso do espaço, fez-se necessário que uma metodologia de investigação de acidentes fosse implementada.

Nessa perspectiva surgiu o problema de pesquisa deste trabalho: “Qual o método a ser utilizado, no Brasil, para sistematizar de forma adequada, uma investigação de acidentes em lançamentos espaciais em consonância com as diretrizes estabelecidas no Acordo de Salvaguardas Tecnológicas?”

Assim, para que a resposta ao problema de pesquisa fosse encontrada, o Objetivo Geral foi definido: “Propor uma metodologia de investigação de acidentes que, em consonância com as diretrizes do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas, se adapte às novas demandas dos lançamentos espaciais no Brasil.”

Nesta senda, o caminho foi percorrido com o auxílio de quatro Objetivos Específicos que foram assim definidos: 1) Analisar a convergência de uma metodologia de investigação nacional com o Acordo de Salvaguardas Tecnológicas.; 2) Identificar as metodologias de investigação de acidentes utilizadas no mundo; 3) Analisar a metodologia de investigação utilizada pelo CENIPA nos acidentes aeronáuticos, e sua possível convergência com acidentes em lançamentos espaciais e 4) Analisar os acidentes ocorridos com o VLS, VS40 SARA e VSB-30, e identificar a metodologia utilizada e a convergência nas metodologias empregadas.

Considerando o OE 1, o capítulo 2 foi confeccionado tendo tal objetivo específico como parâmetro, o que permitiu ratificar que o AST gerará um incremento no número de lançamentos no país e que ao levá-lo em consideração, uma metodologia de investigação fez-se necessária, indo ao encontro dos objetivos do AST e do próprio PEB.

O capítulo 3 e seus subcapítulos tiveram como base os OE 2 e OE 3, identificando 11 metodologias de investigação utilizadas no mundo (FTA, MORT, MES, CTM, SCAT, AEB, TRIPOD, ISIM, NSB e WAIT) conjuntamente com a metodologia CENIPA. O resultado encontrado e demonstrado na Tabela 1, página 60, mostrou que 6 metodologias das 10 apresentadas inicialmente poderiam ser aplicadas em uma investigação espacial, se adaptadas.

Ainda, no subcapítulo 3.3, página 61, a metodologia CENIPA foi analisada de forma individualizada, sendo observado que sua aplicação em uma investigação espacial seria viável, também carecendo de adaptações.

O capítulo 4 teve como linha diretora o OE 4, concluindo que, nos três relatórios de acidentes estudados, a metodologia FTA fora utilizada, e no relatório do acidente do VLS esta metodologia foi usada concomitantemente com a metodologia CENIPA. Porém, conforme apresentado na Tabela 5, página 84, verificou-se um maior número de recomendações de segurança quando aplicada a metodologia CENIPA, assim como um maior número de fatores analisados na busca da resposta da investigação do acidente, quais foram: Humano, Material, Operacional e Meteorológico. Outro ponto a ser considerado, é que a metodologia FTA foi utilizada por existir um especialista da área no IAE quando da ocorrência dos acidentes.

Observou-se, ainda, a falta de padronização dos modelos de relatórios estudados, o que gerou dificuldade na compilação dos dados para análise, fator observado na análise dos relatórios dos acidentes descritos no capítulo 4.

Os OE associados ao OG permitiram assim que a resposta ao problema de pesquisa fosse encontrada, haja vista as vantagens e desvantagens apresentadas na Tabela 6, página 88, quanto ao uso de uma das metodologias apresentadas.

Portanto, a metodologia CENIPA, conforme destacado na Tabela 6, apresenta um maior número de vantagens do que as demais metodologias estudadas e mostrando-se mais aderente às necessidades do país. Dentre as vantagens analisadas destacam-se: a) alinhamento com os modelos de Reason; b) é detalhada a tal ponto que permite encontrar um maior número de fatores contribuintes para acidente; c) sugere recomendações de segurança que visam a não intercorrência de acidentes da mesma natureza; d) método já consolidado no

país; e) não tem caráter punitivo; f) grande número de especialistas no país e g) infraestrutura para formação de profissionais já existente no país.

Além das vantagens citadas, o uso da metodologia CENIPA permitirá, também, a padronização dos modelos de relatório, que hoje não se encontram padronizados.

Ressalta-se que, para formação dos investigadores do CENIPA, existe a necessidade da introdução de uma disciplina que insira os principais conceitos da área espacial. Esta por sua vez foi sugerida neste estudo com o título de “Introdução à Tecnologia de Foguetes, com ênfase em operações de lançamento” e apresentada ao próprio CENIPA que se mostrou favorável, conforme comprovado no Anexo B.

Outra sugestão desta pesquisa foi a criação de uma Norma, que também foi apresentada no Centro de Investigação de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, intitulada: “Protocolos de Investigação de Ocorrências Espaciais Conduzidas pelo Estado Brasileiro”. Tal norma desenvolvida foi revisada e aceita pelo CENIPA, como verificado no Anexo B.

Para que a metodologia proposta nessa pesquisa fosse definida como a metodologia nacional a ser utilizada, o Estado Maior da Aeronáutica (EMAER) fez uma consulta ao DCTA que deu seu parecer favorável quanto ao CENIPA ser o órgão central de investigação para ocorrências espaciais, conforme observado no Anexo C.

É mister que seja salientado que este trabalho andou *pari e passu* com as necessidades da Força Aérea, no momento em que os olhos da Força se voltam para o espaço, justificando assim o porquê das sugestões deste estudo estarem já em processo de implantação.

Por fim, sugere-se que o tema estudado neste trabalho seja aprofundado, haja vista a carência de estudos na área, e a falta de material exclusivo de prevenção e de investigação de acidentes espaciais.

Para futuros estudos a possibilidade de avaliar a área de prevenção, para que esta seja analisada e adequada à realidade dos lançamentos espaciais, dado que este trabalho visou tão somente dar subsídios para investigação do fato

ocorrido, ou seja, do acidente confirmado, sendo de vital importância a área de prevenção, que tem grande relevância para evitar a possibilidade de acidentes.

REFERÊNCIAS

AEB. **DIREITO ESPACIAL**. 2012. Disponível em: <http://portal-antigo.aeb.gov.br/direitoespacial/>. Acesso em: 12 jan 2020.

AEB. **Chamamento Público**. 2020. Online. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/programaespacial-brasileiro/chamamento-publico-public-call/chamamento-publico/>. Acesso em: 28 mai 2020.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**: Fundamentos, desenvolvimentos e aplicações. 8. ed. Rio de Janeiro: Petrópolis, 2015. 360 p.

BRANSKI, R. M.; FRANCO, R. A. C.; LIMA JR., O. F. METODOLOGIA DE ESTUDO DE CASOS APLICADA À LOGÍSTICA. In: UNICAMP, 2017. **Espaço do Scriba**. 2017. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/scriba/files/escrita%20portugues/ANPET%20-%20METODOLOGIA%20DE%20ESTUDO%20DE%20CASO%20COM%20AUTORIA%20-%20VF%2023-10.pdf>. Acesso em: 20 jun 2020.

BRASIL. **Coletânea de Documentos, Convenções, atos internacionais e diversas disposições legais em vigor**, Brasília, Setembro.

BRASIL. Glossário da Aeronáutica, MCA 10-4. **CORRESPONDÊNCIA**, Brasília, p. 5 – 164, Janeiro 2001.

BRASIL. Agência Espacial Brasileira. **Direito Espacial: Coletânea de Documentos, Convenções, atos internacionais e diversas disposições legais em vigor**, Rio de Janeiro, p. 4 – 60, Junho 2003.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa**, Brasília, 2012a. Disponível em: https://www.defesa.gov.br/arquivos/estado_e_defesa/END-PND_Optimized.pdf. Acesso em: 23/10/2019.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa**, Brasília, 2012b. Disponível em: <https://www.defesa.gov.br/estado-e-defesa/estrategia-nacional-de-defesa>. Acesso em: 10 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Ciência Tecnologia Inovações e Comunicações. **Conhecendo o Acordo de Salvaguardas Tecnológicas - Brasil e Estados Unidos**, Brasília, p. 1 – 56, 2019. Disponível em: http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/folder_ASTminist%C3%A9rios.pdf. Acesso em: 10 fev 2020.

BRASIL. **Decreto 10.220, de 5 de Fevereiro de 2020, promulgando o Acordo de Salvaguardas Tecnológicas**. 2020. DOU 06.02.20. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10220.htm. Acesso em: 10.jun.20.

BRASIL, COMANDO DA AERONÁUTICA. Concepção Estratégica Força Aérea 100. **DCA 11-45**, Bras, p. 3 – 43, 2018.

BRASIL, FAB. INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS. **MANUAL DE INVESTIGAÇÃO DO SIPAER (MCA 3-6)**, Brasília, p. 5 – 497, 2017. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/mca-manual-docomando-da-aeronautica>. Acesso em: 10 out 2019.

CASTRO, L. R. H. de et al. **Relatório de Análise da Anomalia do Voo do VSB-30 V11**. São José dos Campos-SP, 2017.

CENIPA. **História do CENIPA**. 2019. Online. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/historico>. Acesso em: 20 jul 2020.

COSTA, M. A. F. da; COSTA, M. de Fátima B. da. **Metodologia da pesquisa: Perguntas e Respostas**. Rio de Janeiro: Amazon -USA, 2019. 121 p.

DOLMANN, E. C. **ASTROPOLITIK**: Classical Geopolitics in the Space Age. Portland: Taylor & Francis e-Library, 2005. 224 p. (Cass Series: Strategy and History).

FRABASILE, D. **A fronteira final dos negócios: a exploração privada do espaço**. 2018. Online. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Empresa/noticia/2018/12/fronteirafinal-dos-negocios-exploracao-privada-do-espaco.html>. Acesso em: 14 jun 2020.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

GOMES, M. P. **Construindo Soluções Acadêmicas**: Monografias, Dissertações e Teses do Projeto à Defesa. Rio de Janeiro: Luzes, 2006. 126 p.

HOWELL, E. The History of Rockets. **SPACE.COM**, New York, Outubro 2018. Disponível em: <https://www.space.com/29295-rocket-history.html>. Acesso em: 10 mai 2020.

IAE. **VLS1 - IAE**. 2019a. Online. Disponível em: <https://www.iae.cta.br/index.php/todos-osprojetos/todos-os-projetos-desenvolvidos/projetos-vls1>. Acesso em: 20 out 2019.

IAE. **VS-40**. 2019b. Online. Disponível em: <https://www.iae.cta.br/index.php/todos-osprojetos/todos-os-projetos-desenvolvidos/menu-vs-40>. Acesso em: 20 out 2019.

JR, A. de Oliveira e S. et al. **Investigação de Acidente da Operação São Lourenço**. São José dos Campos, 2016.

MIRANDA, I. J. **Os Primórdios da Atividade Espacial na Aeronáutica**. Rio de Janeiro: Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, 2005. v. 22. 304 p. (História Setorial da Aeronáutica Brasileira, v. 22).

NASA. **Sputnik and The Dawn of the Space Age**. 2007. Disponível em: <https://history.nasa.gov/sputnik/>. Acesso em: 12 jul 2020.

NASA. **NASA TECHNICAL HANDBOOK: Safety and Mission Assurance Acronyms, Abbreviations, and Definitions**. Washington, 2018. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20180004878.pdf>. Acesso em: 12 jun 2020.

NASCIMENTO, M. A. C. do et al. **Relatório da Investigação do Acidente ocorrido com o VLS-1 V03, em 22 de Agosto de 2003, em Alcântara, Maranhão**. São José dos Campos-SP, 2004. Disponível em: http://www.aereo.jor.br/downloads/VLS1_V03_Relatorio_Final.pdf. Acesso em: 10 out 2019.

OAKLEY, J. S. **Accident Investigation techniques**. 2. ed. Park Ridge: American Society of Safety Professionals, 2012. 188 p.

PAÍSES BAIXOS. ECSS system-Glossary of terms. **ECSS-S-ST-00-01C**, ECSS Secretariat ESA-ESTEC, Noordwijk, p. 2 – 63, Out 2012.

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

PERROW, C. **Normal Accidents: Living with High Risk Technologies**. 2. ed. Princeton: Princeton University Press, 1999. 456 p.

REASON, J. **Human Error**. 20. ed. New York: Cambridge University Press, 2009. 324 p. 0.

REASON, J. **Managing the Risks of Organizational Accidents**. New York: Taylor & Francis, 2016. 253 p.

SAMPAIO, G. M. A. **Investigação de acidentes: encontrando a saída**. 1. ed. Lorena: eDoc, 2020.

TEIGENS, V. **A Corrida Espacial**. E-book. San Francisco: Cambridge Stanford Books, 2019. 163 p. Disponível em: <https://play.google.com/books/reader?id=xee-DwAAQBAJ&pg=GBS:PP1>. Acesso em: 14 jun 2020.

UNIFA. **Programa de Pós-Graduação em Ciências Aeroespaciais**. 2018. Online. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/unifa/ppgca/index.php/apresentacao>. Acesso em: 13/03/2020.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: Planejamento e Métodos. r5. Porto Alegre: Bookman, 2015. 271 p.

APÊNDICE A – PROPOSTA DE NORMA DE INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIAS ESPACIAIS CONDUZIDAS PELO ESTADO BRASILEIRO

Figura 36 – Capa NSCA

**MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA**



INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES ESPACIAIS

NSCA X-XX

**PROTOCOLOS DE INVESTIGAÇÃO DE
OCORRÊNCIAS ESPACIAIS CONDUZIDAS PELO
ESTADO BRASILEIRO**

2021

Figura 37 – Capa_2 NSCA

**MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS**



**INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES ESPACIAIS**

NSCA X-XX

**PROTOCOLOS DE INVESTIGAÇÃO DE
OCORRÊNCIAS ESPACIAIS CONDUZIDAS PELO
ESTADO BRASILEIRO**

20XX

Figura 38 – Portaria de Aprovação_NSCA

**MINISTÉRIO DA DEFESA
COMANDO DA AERONÁUTICA**

PORTARIA Nº /GC3, XX DE DEZEMBRO DE 20XX.

Aprova a edição da NSCA X-XX, que dispõe sobre os Protocolos de Investigação de Ocorrências Espaciais, conduzidas pelo Estado Brasileiro.

O COMANDANTE DA AERONÁUTICA, de acordo com o previsto no artigo 18, inciso II e seu Parágrafo único, da Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999, e de conformidade com o inciso XIV do art. 23 da Estrutura Regimental do Comando da Aeronáutica, aprovada pelo Decreto nº 6.834 de 30 de abril de 2009, resolve:

Art. 1º Aprovar a edição da NSCA X-XX – “Protocolos de Investigação de Ocorrências Espaciais conduzidas pelo Estado Brasileiro”.

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Ten Brig Ar XXXXX XXXXX XXXXX XXXXXXXX
Comandante da Aeronáutica

(Publicado no BCA nº de de de 20XX).

Figura 39 – Sumário_NSCA

NSCA X-XX/20XX

SUMÁRIO

1.	DISPOSIÇÕES PRELIMINARES	6
1.1.	FINALIDADE	6
1.2.	AMPARO LEGAL	6
1.3.	ÂMBITO	6
1.4.	RESPONSABILIDADE	7
1.5.	DEFINIÇÕES	7
2.	FINALIDADE DA INVESTIGAÇÃO	14
2.1.	GENERALIDADES	14
3.	PROCESSO DE COMUNICAÇÃO DE Ocorrência NO ÂMBITO NACIONAL	15
3.1.	NOTIFICAÇÃO DE Ocorrência ESPACIAL	15
3.2.	OBSERVAÇÕES ESPECÍFICAS	16
4.	PROTOCOLOS GERAIS DE INVESTIGAÇÃO	17
4.1.	MEDIDAS DE PREVENÇÃO A LESÕES OU DOENÇAS DECORRENTES DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES	17
4.2.	PRESERVAÇÃO DE INDÍCIOS E EVIDÊNCIAS	18
4.3.	AÇÃO INICIAL	18
4.4.	REQUISICÃO DE MATERIAL E DE DOCUMENTOS	19
4.5.	GUARDA E PRESERVAÇÃO DOS DESTROÇOS	19
4.6.	REMOÇÃO DE DESTROÇOS	19
4.7.	TERMO DE LIBERAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO	20
4.8.	EXAMES TESTES E PESQUISAS	20
4.9.	PESQUISAS DOS ASPECTOS MÉDICOS E PSICOLÓGICOS	21
4.10.	TRATAMENTO E PROTEÇÃO DA INFORMAÇÃO	21
4.11.	INTERRUPÇÃO DE INVESTIGAÇÃO	22
5.	PROTOCOLOS ESPECÍFICOS DE INVESTIGAÇÃO	23
5.1.	ACIDENTE ESPACIAL	23
5.2.	INCIDENTE AEROESPACIAL GRAVE	23
5.3.	INCIDENTE ESPACIAL	23
6.	COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO	25
6.1.	ÁREAS DE INVESTIGAÇÃO DO SIPAER	25
6.2.	CONSTITUIÇÃO DA COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO	26
6.3.	ATRIBUIÇÕES	26
7.	PUBLICAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE Ocorrências ESPACIAIS	28
7.1.	RELATÓRIO FINAL	28
8.	RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA	29

Figura 40 – Sumário_NSCA

NSCA X-XX/20XX

8.1.	<u>ELABORAÇÃO</u>	29
8.2.	<u>FORMATAÇÃO</u>	29
8.3.	<u>SISTEMÁTICA</u>	29
8.4.	<u>ADOÇÃO</u>	29
8.5.	<u>ACOMPANHAMENTO</u>	29
8.6.	<u>PRAZOS PARA A RESPOSTA</u>	30
9.	PROTOCOLOS INTERNACIONAIS DE INVESTIGAÇÃO	31
9.1.	<u>NOTIFICAÇÃO</u>	31
9.2.	<u>DIREITOS E OBRIGAÇÕES</u>	31
10.	DISPOSIÇÕES GERAIS	33
10.1.	<u>OUTRAS INVESTIGAÇÕES</u>	33
10.2.	<u>OCORRÊNCIA ESPACIAL COM INDÍCIOS DE CRIME OU VIOLAÇÃO</u>	33
10.3.	<u>REABERTURA DE INVESTIGAÇÃO</u>	33
11.	DISPOSIÇÕES FINAIS	35
	REFERÊNCIAS	36

Figura 41 – Capítulo 1

NSCA X-XX/20XX

6/36

1. DISPOSIÇÕES PRELIMINARES**1.1. FINALIDADE**

Esta Norma tem por finalidade estabelecer protocolos, responsabilidades e atribuições, referentes às investigações de ocorrências espaciais, realizadas no âmbito do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), cujo órgão central é o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA).

1.2. AMPARO LEGAL

1.2.1. A lei nº 8.854 de 10 de fevereiro de 1994 dispõe sobre a criação da Agência Espacial Brasileira (AEB) e estabelece as competências desta agência no art. 3º. Dentre os quinze incisos deste artigo, não consta a atividade de conduzir investigações espaciais.

1.2.2. A lei 7.565 de 19 de dezembro de 1986 dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA) e, nos termos do art. 86, estabelece que: “Compete ao Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e de prevenção de acidentes Aeronáuticos”.

1.2.3. O decreto nº 9.540 de 25 de outubro de 2018 estabelece que o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) é o órgão central do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) competindo-lhe exercer a função de autoridade de investigação SIPAER e instaurar investigações no âmbito do SIPAER, conforme *caput* e inciso VI do art. 3º.

1.2.4. Dada a ausência de amparo legal específico que trata da competência de executar as atividades de investigação no âmbito espacial, aplica-se interpretação extensiva aos dispositivos dos itens **1.2.2** e **1.2.3**, dada a semelhança da matéria, passando a adotar o termo aeroespacial no lugar de aeronáutico.

1.3. ÂMBITO

1.3.1. A presente Norma foi estabelecida considerando-se o Acordo de Salvaguardas Tecnológicas (AST) e os Regulamentos da Agência Espacial Brasileira (AEB), e aplica-se:

1.3.2. Conforme amparo legal descrito no item anterior, a presente norma aplica-se:

- a) ao CENIPA;
- b) ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e demais organizações que compõem o Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB);
- c) ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA);
- d) ao Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE);

Figura 42 – Capítulo 1

NSCA X-XX/20XX

7/36

- e) ao Centro de Operações Espaciais (COPE), do Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE);
- f) aos Serviços Regionais de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SERIPAs);
- g) aos proprietários, fabricantes, operadores ou exploradores de foguetes lançadores;
- h) aos órgãos governamentais proprietários, fabricantes ou operadores de foguetes lançadores; e
- i) aos Centros de Lançamentos brasileiros.

1.4. RESPONSABILIDADE

1.4.1. A investigação SIPAER será de responsabilidade da autoridade de investigação do SIPAER, nas ocorrências envolvendo veículos espaciais, nacionais ou estrangeiros; e de comissão mista formada pela autoridade de investigação SIPAER e o(s) respectivo(s) Comando(s) Militar(es), nas ocorrências envolvendo foguetes civis ou militares.

1.4.2. Compete ao detentor do mais elevado cargo executivo das organizações, operadores e órgãos nominados no item 1.3 desta Norma, independentemente do título a ele atribuído, a responsabilidade objetiva de observar os dispositivos aqui estabelecidos.

1.4.3. Compete ao CENIPA exercer a autoridade de investigação SIPAER.

1.5. DEFINIÇÕES

Com o objetivo de orientar esta Norma, além dos termos e expressões já consagrados, estão descritas as definições de interesse do SIPAER.

1.5.1. AÇÃO INICIAL

Medidas preliminares, normalmente realizadas no local de uma ocorrência espacial, de acordo com técnicas específicas, e por pessoal qualificado, tendo por objetivo, entre outros: a coleta e/ou confirmação de dados, a preservação de indícios, a verificação inicial de danos causados ao/pelo veículo espacial e o levantamento de outras informações necessárias ao processo de investigação.

1.5.2. AÇÃO CORRETIVA

Medida de caráter corretivo adotada visando eliminar um perigo ou mitigar o risco decorrente de condição latente ou de falha ativa.

1.5.3. ACIDENTE ESPACIAL

Toda ocorrência relacionada à operação de um veículo espacial, havida entre o momento de sua instalação na plataforma de lançamento até o momento de sua completa inativação, durante os quais, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:

Figura 43 – Capítulo 1

NSCA X-XX/20XX

8/36

- a) uma pessoa sofra lesão grave ou venha a falecer como resultado de:
- estar no veículo espacial;
 - ter contato direto com qualquer parte do veículo espacial, incluindo aquelas que dela tenham se desprendido; ou
 - ser submetida à exposição direta das reações explosivas do sistema propelente, de efeitos nocivos decorrente de contato ou inalação dos gases do sistema de combustível ou de qualquer outro sistema que tenham relação direta com as lesões apresentadas.
- NOTA 1** - Exceção será feita quando as lesões, ou óbito, resultarem de causas naturais, forem autoinfligidas ou infligidas por terceiros, forem causadas por pessoas que acessaram clandestinamente áreas de acesso restrito ou decorrentes de sabotagem.
- NOTA 2** - As lesões decorrentes de um Acidente Espacial que resultem óbito em até 30 dias após a data da ocorrência são consideradas lesões fatais.
- NOTA 3** - A terminação/explosão inadvertida do veículo espacial após o seu lançamento, ou a sua destruição ocasionada pelo incorreto funcionamento do motor foguete com ou sem danos à estrutura do Centro de Lançamento será caracterizada como Acidente Espacial.
- b) danos ao veículo espacial que afetem a sua integridade estrutural ou da plataforma de lançamento; e
- c) perda não programada da capacidade de controle do veículo espacial, em qualquer uma das fases de operação.

1.5.4. ÁREAS DE INVESTIGAÇÃO DO SIPAER

Campos de atuação dos investigadores do SIPAER destinados ao exercício das atividades de investigação de ocorrências espaciais de acordo com suas respectivas qualificações e competências; quer sejam: área de investigação dos Fatores Humanos, área de investigação do Fator Material e área de investigação do Fator Operacional.

1.5.5. ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DOS FATORES HUMANOS

Área de Investigação do SIPAER que busca averiguar, de forma sistemática, os fatores contribuintes relacionados ao complexo biopsicossocial do ser humano, nos seus aspectos médico e psicológico.

1.5.6. ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR MATERIAL

Área de Investigação do SIPAER que busca averiguar, de forma sistemática, os fatores contribuintes relacionados às condições relacionadas aos aspectos do projeto, fabricação e manuseio do material.

Figura 44 – Capítulo 1

NSCA X-XX/20XX

9/36

1.5.7. ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR OPERACIONAL

1.5.7.1. Área de Investigação do SIPAER que busca averiguar, de forma sistemática, os fatores contribuintes relacionados ao desempenho do ser humano, à infraestrutura dos meios do Centro de Lançamento e demais elementos relacionados ao ambiente operacional.

1.5.7.2. No que diz respeito ao desempenho do ser humano, busca-se averiguar os aspectos de operação dos sistemas dos veículos espaciais e a prestação de serviços de apoio na preparação para o lançamento.

1.5.8. ASSESSORIA DE SEGURANÇA OPERACIONAL DO CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (ASEGCEA)

Elo Central do SEGCEA, ligado diretamente ao Diretor-Geral do DECEA, que tem por atribuição o trato de assuntos relacionados à investigação, análise e prevenção de acidentes, de incidentes aeronáuticos e de incidentes de tráfego aéreo, no âmbito do SISCEAB, bem como a coordenação dos procedimentos de interação com o SIPAER.

1.5.9. CENTRO ESPACIAL DE ALCÂNTARA (CEA)

O CEA consiste no conjunto de bens e serviços utilizados para o lançamento de veículos espaciais não militares em território nacional, proporcionando uma infraestrutura necessária para dar suporte às atividades específicas de empresas de lançamento.

1.5.10. COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO

Equipe de pessoas designadas em caráter temporário, com atuação multidisciplinar, lideradas e supervisionadas pelo Investigador-Encarregado, de acordo com suas qualificações técnico-profissionais, para cumprir tarefas técnicas de interesse exclusivo da investigação para fins de prevenção, devendo ser adequado às características de cada ocorrência.

1.5.11. ELEMENTOS DE INVESTIGAÇÃO

Fatos, condições e situações observadas e consideradas como de interesse para avaliação e análise em uma investigação de uma ocorrência aeronáutica.

1.5.12. ELO-SIPAER

Órgão, setor ou cargo, dentro da estrutura das organizações, que tem a responsabilidade no trato dos assuntos de segurança de voo no âmbito do SIPAER.

1.5.13. ESTADO DA OCORRÊNCIA

País em cujo território o acidente ou incidente ocorreu.

Figura 45 – Capítulo 1

NSCA X-XX/20XX

10/36

1.5.14. ESTADO DE FABRICAÇÃO

País que tem jurisdição sobre a organização responsável pela montagem final do veículo espacial.

1.5.15. ESTADO DE PROJETO

País que tem jurisdição sobre a organização responsável pelo projeto do veículo espacial.

1.5.16. ESTADO DE REGISTRO

País em cujo registro nacional se inscreve o veículo espacial e ao qual cabe a divulgação oficial do lançamento.

1.5.17. ESTADO DO OPERADOR

País no qual se encontra a sede principal do operador ou, não havendo uma sede, aquele no qual o operador possui residência permanente.

1.5.18. FATOR CONTRIBUINTE

Ação, omissão, evento, condição ou a combinação destes que, se eliminados, evitados ou ausentes, poderiam ter reduzido a probabilidade de uma ocorrência, ou mitigado a severidade das consequências do evento. A identificação do fator contribuinte não implica em uma presunção de culpa ou responsabilidade civil ou criminal.

1.5.19. FATORES HUMANOS

1.5.19.1. Fatores Humanos diz respeito às pessoas em suas condições de vida e de trabalho; à sua relação com as máquinas, com procedimentos e com o meio relacionado a eles; e também, sobre as suas relações com outras pessoas.

1.5.19.2. Trata da adaptação do ambiente de trabalho às características, habilidades e limitações das pessoas, com vistas ao seu desempenho eficiente, eficaz, confortável e seguro das suas tarefas.

1.5.20. INCIDENTE ESPACIAL

Uma ocorrência, não classificada como um acidente, associada à operação de lançamento, que afete ou possa afetar a segurança da operação, desde de que limitada à fase da instalação do veículo espacial na lança ou na Torre de Integração, até o final de seu voo.

1.5.21. INCIDENTE ESPACIAL GRAVE

Incidente envolvendo circunstâncias que indiquem que houve elevado risco de acidente relacionado à operação de um veículo espacial que ocorra durante a instalação do veículo na lança ou na Torre de Integração, até o final de seu voo.

Figura 46 – Capítulo 1

NSCA X-XX/20XX

11/36

NOTA 1 - A diferença entre o incidente grave e o acidente está apenas nas consequências.

NOTA 2 – A terminação/explosão comandada intencionalmente pelo operador, ou por quem detenha a responsabilidade por fazê-lo, será considerada um Incidente Grave.

1.5.22. INFRAESTRUTURA ESPACIAL

Conjunto ou qualquer dos elementos necessários ao lançamento e exploração espacial compreendendo entre os principais elementos operacionais os centros de lançamento com instalações apropriadas e os centros de controle de objetos espaciais, além de todas as instalações de apoio e de segurança.

1.5.23. INVESTIGAÇÃO SIPAER

Processo conduzido com o propósito de prevenir acidentes e que compreende a coleta e a análise das informações, a elaboração de conclusões, incluindo a identificação dos fatores contribuintes e, quando apropriado, a emissão de recomendações de segurança.

1.5.24. INVESTIGADOR-ENCARREGADO - *INVESTIGATOR-IN-CHARGE* (IIC)

Profissional credenciado pelo SIPAER e formalmente designado, em função de suas qualificações, como o responsável pela organização, pela realização e pelo controle da investigação de uma ocorrência, ou pela condução dos trabalhos de uma comissão de investigação.

1.5.25. LANÇAMENTO

Conjunto de ações requeridas para o voo de objetos ao espaço, incluindo a preparação, integração e o rastreamento.

1.5.26. LAUDO TÉCNICO

Documento destinado a registrar os resultados provenientes de exames, testes e análises realizados em item ou material que possa ter contribuído para uma ocorrência espacial.

1.5.27. LESÕES GRAVES

Lesões resultantes de uma ocorrência que caracterizam um acidente espacial, e que:

- a) requeiram hospitalização por mais de 48 horas, no período de sete dias, a partir da data da ocorrência; ou
- b) resultem em fratura de qualquer osso (exceto fraturas simples dos dedos das mãos, dedos dos pés e nariz); ou

Figura 47 – Capítulo 1

NSCA X-XX/20XX

12/36

- c) envolvam lacerações que causem hemorragia severa, danos a nervos, músculos ou tendões; ou
- d) envolvam lesões a qualquer órgão interno; ou
- e) envolvam queimaduras de segundo ou terceiro grau, ou qualquer queimadura que afete mais de 5% da superfície corporal do indivíduo; ou
- f) envolvam exposição a substâncias tóxicas, infecciosas ou ferimentos por radiação.

1.5.28. OCORRÊNCIA ESPACIAL

Qualquer evento envolvendo veículos espaciais poderá ser classificado como acidente espacial, incidente espacial grave e incidente espacial, permitindo ao SIPAER a adoção dos procedimentos pertinentes.

NOTA 1- Os casos de lesões a pessoas e/ou danos ao veículo espacial resultante de atos intencionais não serão considerados ocorrências espaciais.

NOTA 2 - Considera-se ocorrência espacial os eventos ocorridos a partir do momento da instalação do veículo na lança/torre de integração até o final de seu voo.

1.5.29. OPERADOR ESPACIAL

Pessoa física ou jurídica responsável pela preparação, integração, lançamento, posicionamento, controle e reentrada na atmosfera de objeto espacial.

1.5.30. RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA

Medida de caráter preventivo ou corretivo emitida pelo CENIPA visando eliminar um perigo ou mitigar o risco decorrente de condição latente, ou de falha ativa, resultado da investigação de uma ocorrência espacial, ou de uma ação de prevenção, e que, em nenhum caso, dará lugar a uma presunção de culpa ou responsabilidade civil.

1.5.31. RELATÓRIO FINAL

Documento formal, destinado a divulgar a conclusão oficial do SIPAER, fundamentado nos elementos de investigação, na análise, na conclusão e nas Recomendações de Segurança relativas a uma ocorrência espacial, visando, exclusivamente, à prevenção de novas ocorrências.

1.5.32. REPRESENTANTE ACREDITADO

Pessoa designada por um Estado, com base nas suas qualificações, para participar em uma investigação conduzida por outro Estado.

Figura 48 – Capítulo 1

NSCA X-XX/20XX

13/36

1.5.33. VEÍCULO ESPACIAL

É um veículo de lançamento ou veículo lançador que é, em astronáutica, um foguete espacial usado para transportar uma carga útil a partir da superfície da Terra para além dos limites da atmosfera.

Figura 49 – Capítulo 2

NSCA X-XX/20XX

14/36

2. FINALIDADE DA INVESTIGAÇÃO**2.1. GENERALIDADES**

2.1.1. As investigações de que trata esta Norma têm como única finalidade a prevenção de acidentes espaciais, incidentes espaciais graves e incidentes espaciais, por meio da identificação dos fatores contribuintes presentes, direta ou indiretamente, na ocorrência investigada, e emissão de recomendações de segurança que possibilitem uma ação direta, ou tomada de decisão, para eliminar aqueles fatores, ou minimizar as suas consequências.

2.1.2. Não é propósito da investigação do SIPAER atribuir culpa ou responsabilidade aos envolvidos na ocorrência espacial.

2.1.3. A investigação de ocorrências espaciais é uma ferramenta reativa indispensável para a segurança do lançamento, para a qual devem ser direcionados, de forma apropriada, os recursos humanos e materiais necessários. Por esse motivo, deve-se cuidadosamente avaliar o alcance de cada investigação, considerando os custos e os ensinamentos colhidos.

2.1.4. Com o objetivo de aplicar os recursos disponíveis de maneira eficiente e adequada, sem prejuízo da averiguação dos níveis mínimos de segurança estabelecidos pela Agência Espacial Brasileira, o CENIPA estabeleceu critérios relativos ao processo de investigação de ocorrências espaciais em território brasileiro.

Figura 50 – Capítulo 3

NSCA X-XX/20XX

15/36

3. PROCESSO DE COMUNICAÇÃO DE OCORRÊNCIA NO ÂMBITO NACIONAL

Em território brasileiro, toda pessoa que tiver conhecimento de uma ocorrência espacial, poderá notificá-la ao CENIPA.

3.1. NOTIFICAÇÃO DE OCORRÊNCIA ESPACIAL

3.1.1. A notificação de ocorrência espacial é o ato realizado que tem por objetivo informar ao CENIPA sobre o acontecimento de um evento que seja, potencialmente, de interesse do SIPAER, permitindo a adoção dos procedimentos pertinentes.

3.1.2. Sempre que houver qualquer ocorrência espacial, deverá ser feita uma notificação, pelo operador do veículo espacial, por meio do preenchimento da Notificação, disponível na página eletrônica do CENIPA a internet.

3.1.3. Toda pessoa que tiver conhecimento de qualquer ocorrência envolvendo um veículo espacial, ou da existência de destroços deste, poderá comunicá-la, pelo meio mais rápido, à autoridade pública mais próxima. A esta caberá informar a ocorrência, imediatamente, a alguma organização do Comando da Aeronáutica, a qual deverá informar, imediatamente, ao CENIPA ou ao SERIPA da região correspondente.

3.1.4. Sempre que houver uma ocorrência espacial, envolvendo tráfego aéreo civil, caracterizada como Risco Crítico, a ASEGCEA deverá informar ao CENIPA, por meio do preenchimento da notificação.

3.1.5. Ainda que não se disponha de todas as informações para a notificação de ocorrência, a sua realização não deverá ser retardada.

3.1.6. AUTENTICAÇÃO DE OCORRÊNCIA ESPACIAL

3.1.6.1. A autenticação de ocorrência espacial é um procedimento realizado pelo CENIPA, que tem como objetivo classificar o evento, designar o responsável pela investigação e coletar as demais informações necessárias para o processo de investigação.

3.1.6.2. A autenticação de ocorrência permite:

- a) iniciar o processo formal de investigação, ou o registro de que a ocorrência não será investigada;
- b) comunicar oficialmente ao operador ou proprietário, confirmando a classificação e a responsabilidade pela investigação; e
- c) comunicar oficialmente à AEB, confirmando a classificação e a responsabilidade pela investigação.

3.1.7. COMUNICAÇÃO AO PÚBLICO

3.1.8. A comunicação oficial dos dados e das circunstâncias, relativas à investigação de uma ocorrência espacial, envolvendo operador civil nacional ou estrangeiro, é prerrogativa do

Figura 51 – Capítulo 3

NSCA X-XX/20XX

16/36

Comando da Aeronáutica por meio do Centro de Comunicação Social da Aeronáutica (CECOMSAER), em coordenação com o CENIPA, podendo haver a participação ativa da Agência Espacial Brasileira.

3.1.9. Considerando a necessidade de prover informações corretas e oportunas ao público, o CENIPA ou o SERIPA da respectiva região da ocorrência, em coordenação com o Investigador-Encarregado, poderá fornecer dados referentes:

- a) Ao modelo, tipo e à nacionalidade do veículo espacial;
- b) Ao operador do veículo espacial;
- c) À data, à hora e ao local da ocorrência;
- d) Ao tipo de missão; e
- e) Às providências relativas à ocorrência que já foram adotadas no âmbito do SIPAER e/ou pelas demais autoridades

3.2. OBSERVAÇÕES ESPECÍFICAS

3.2.1. Compete ao CENIPA prestar à Autoridade Espacial, ou a outra por esta delegada, quaisquer informações complementares, relativas à investigação de ocorrências espaciais.

3.2.2. Caberá, ainda, ao CENIPA informar à AEB os dados pertinentes relativos às ocorrências espaciais, visando à adoção de providências administrativas.

3.2.3. Não é responsabilidade do CENIPA a comunicação da ocorrência espacial aos familiares das vítimas, bem como a divulgação da relação de pessoas envolvidas.

Figura 52 – Capítulo 4

NSCA X-XX/20XX

17/36

4. PROTOCOLOS GERAIS DE INVESTIGAÇÃO

4.1. MEDIDAS DE PREVENÇÃO A LESÕES OU DOENÇAS DECORRENTES DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES

4.1.1. Antes de iniciar qualquer procedimento de investigação junto ao local do acidente, o Investigador-Encarregado (IIC) deve colher todas as informações possíveis junto ao operador relativas à presença de materiais ou substâncias que possam oferecer perigo à saúde humana, tanto as transportadas como carga, quanto as presentes nos sistemas do veículo.

4.1.2. Ao tomar conhecimento da possível presença de material explosivo, material radioativo, substâncias tóxicas ou cargas biológicas de risco à saúde humana, o Investigador-Encarregado deverá interromper de imediato quaisquer procedimentos de investigação, eventualmente iniciados, e comunicar ao operador do veículo espacial para providências decorrentes.

4.1.3. Independentemente do conhecimento da existência de material ou substância potencialmente nociva à saúde humana, toda a equipe de investigadores deve utilizar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) básicos, tais como máscaras, luvas e óculos de proteção, dentre outros que deverão estar presentes no kit de investigação.

4.1.4. Todos os investigadores militares deverão ser submetidos às inspeções de saúde regulares previstas na ICA 160-01 (Instruções Reguladoras das Inspeções de Saúde) da Diretoria de Saúde da Aeronáutica, a fim de terem avaliadas as suas condições psicofísicas.

4.1.5. Todos os investigadores devem seguir o calendário de vacinação de rotina para adultos, no mínimo, conforme o disposto abaixo:

VACINAS	POSOLOGIA
Difteria / Tétano (Dupla Adultos)	Após a vacinação básica, manter uma dose a cada 10 anos.
Gripe (Vaxigrip)	Uma dose anual.
Pneumocócica (Pneumo23)	Repetir a cada cinco anos.
Hepatite B	Vacinação básica três doses (00-03-180) dias.
Hepatite A	Doses: 1ª e 2ª com intervalo de 30 dias e a 3ª, de seis meses a um ano após a 1ª dose.
Varicela	Duas doses com intervalo de 4 a 8 semanas.
Febre Amarela	Dose única.

Figura 53 – Capítulo 4

NSCA X-XX/20XX

18/36

4.2. PRESERVAÇÃO DE INDÍCIOS E EVIDÊNCIAS

4.2.1. Exceto para efeito de salvar vidas, nenhum veículo espacial acidentado, seus restos ou coisas que por ele eram transportados podem ser vasculhados ou removidos, a não ser em presença ou com autorização do responsável pela Ação Inicial e com a anuência do Operador.

4.2.2. Nas ocorrências dentro da área patrimonial ou dentro da região de atuação do Serviço de Prevenção, Salvamento e Combate a Incêndio do CEA, caberá a esse Centro a coordenação das providências de resgate, socorro às vítimas, isolamento e segurança da área, a fim de preservar os indícios e evidências no local da ocorrência espacial.

4.2.3. Nas ocorrências fora da área patrimonial do CEA, as ações de isolamento e segurança do local da ocorrência espacial ficarão a cargo da autoridade policial competente, em coordenação com a autoridade pública que primeiro chegar ao local, assim que efetuado o resgate e prestados os primeiros socorros às vítimas.

4.2.4. O responsável pela Ação Inicial deverá coordenar com as autoridades responsáveis pelas providências de isolamento, a segurança do sítio e a preservação de indícios e evidências.

4.2.5. O responsável pela Ação Inicial deverá informar à autoridade policial a ocorrência de acidente espacial com vítimas ou danos a terceiros para a confecção de Boletim de Ocorrência (BO), ou a ela encaminhar ofício com aviso de recebimento, em caso de recusa ou impossibilidade de registro do BO.

4.3. AÇÃO INICIAL

4.3.1. A Ação Inicial de qualquer ocorrência é conduzida por, pelo menos, um profissional habilitado pelo SIPAER, com credencial válida para o tipo de atividade, que poderá ou não ser o Investigador-Encarregado da Investigação.

4.3.2. O responsável pela Ação Inicial deverá enviar esforços para comparecer ao local da ocorrência, a fim de registrar todas as informações factuais que poderão ser úteis durante a investigação.

4.3.3. O responsável pela Ação Inicial deverá, sempre que possível, ser acompanhado por representante do operador durante a Ação Inicial e deverá tomar todas as medidas necessárias para evitar a divulgação pública de quaisquer informações coletadas.

4.3.4. O operador e o fabricante do veículo espacial deverão fornecer ao responsável pela Ação Inicial ou ao Investigador-Encarregado todas as informações técnicas necessárias à investigação.

4.3.5. O CEA deverá manter um kit de Ação Inicial disponível e atualizado para utilização imediata.

4.3.6. A realização da Ação Inicial de acidente e de incidente espacial grave é da responsabilidade do CENIPA.

Figura 54 – Capítulo 4

NSCA X-XX/20XX

19/36

4.3.7. O CENIPA, a qualquer momento e sempre que julgar conveniente para a celeridade do processo de investigação, poderá delegar a realização da Ação Inicial para o Elo SIPAER do CEA.

4.3.8. Caberá ao CENIPA, a qualquer momento, a interrupção da investigação de uma ocorrência, quando verificar a existência de indícios de crime ou que a mesma decorreu de violação a qualquer legislação em vigor, ou que a investigação não trará conhecimentos novos para a prevenção.

4.4. REQUISICÃO DE MATERIAL E DE DOCUMENTOS

4.4.1. É responsabilidade do operador a prestação de informações de qualquer natureza solicitadas pelo responsável pela investigação SIPAER, sob a forma de dados, documentação específica, ou qualquer outro meio disponível e necessário aos trabalhos de investigação.

4.4.2. O Investigador-Encarregado poderá requisitar qualquer componente, material ou documento que julgue necessário ao processo de investigação.

4.4.3. Sempre que o Investigador-Encarregado requisitar qualquer componente, material ou documento ao proprietário ou operador e não for atendido, tal fato deverá estar descrito nos registros da investigação.

4.4.4. O Investigador-Encarregado poderá requisitar, em benefício da investigação, qualquer material anteriormente liberado.

4.4.5. A requisição de componentes será feita mediante formulário próprio do CENIPA.

4.4.6. O material retido para exames/testes/pesquisas deverá ser inventariado, visando à guarda pelo SIPAER, por meio de formulários próprios.

4.5. GUARDA E PRESERVAÇÃO DOS DESTROÇOS

O responsável pela Ação Inicial, em coordenação com representantes da AEB e do CEA, deverá designar um local seguro e de acesso restrito às pessoas devidamente autorizadas pelo Investigador-Encarregado, designado “área de recuperação de destroços”, para o armazenamento dos destroços do veículo espacial e/ou equipamentos afins que forem identificados.

4.6. REMOÇÃO DE DESTROÇOS

4.6.1. Os destroços ficarão à disposição do Investigador-Encarregado, a fim de permitir a coleta de dados necessários à investigação, devendo, para isso, contar com o apoio do operador ou proprietário, podendo ainda solicitar o apoio de autoridade policial local.

4.6.2. Após a liberação por parte do responsável pela Ação Inicial e pela investigação policial, quando houver, será responsabilidade do operador a remoção dos destroços e a higienização do

Figura 55 – Capítulo 4

NSCA X-XX/20XX

20/36

local, de modo a evitar prejuízos à natureza, à segurança, à saúde, ou à propriedade de outrem ou da coletividade.

4.6.3. Durante a remoção dos destroços, deve-se atentar para a preservação destes, de modo a não comprometer a investigação SIPAER.

4.7. TERMO DE LIBERAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

Os destroços serão liberados com a observância dos dispositivos contidos em tratados e convenções internacionais celebrados pelo Presidente da República e referendados pelo Congresso Nacional.

4.8. EXAMES TESTES E PESQUISAS

4.8.1. A atividade de pesquisa se desenvolve quando há a necessidade da busca por evidências que ajudem a elucidar os fatos envolvidos em uma ocorrência.

4.8.2. Sempre que houver a necessidade da realização de ensaios destrutivos de algum item do veículo espacial o Investigador-Encarregado deverá obter do proprietário/operador um termo de autorização assinado, concordando com a realização do ensaio.

4.8.3. Quando formalmente oficiado pela autoridade competente da existência de uma investigação policial e/ou qualquer procedimento judicial, concomitantes e paralelos à investigação do SIPAER, o Investigador-Encarregado deverá formalizar, com aviso de recebimento, convite à autoridade policial e/ou judicial interessadas em acompanhar a realização de ensaios destrutivos, a fim de permitir que as mesmas possam conduzir suas atividades de maneira independente da investigação SIPAER, sem qualquer prejuízo para as respectivas esferas de atribuições.

4.8.4. Caso o proprietário/operador não concorde em fornecer o material para a realização de um exame ou teste em laboratório, esta informação deverá constar dos registros da investigação.

4.8.5. O fabricante do veículo espacial ou seu representante técnico autorizado deverá ser convidado a participar do processo de análise e testes de componentes, com a finalidade de prover informações técnicas necessárias para que os resultados sejam representativos aos propósitos da investigação.

4.8.6. Para a realização de análises no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), em laboratório, ou em oficina especializada, os componentes serão acompanhados de uma ficha de informações com os dados necessários para a realização da pesquisa.

4.8.7. As análises do Fator Material realizadas em organizações, que não o DCTA, serão supervisionadas por um profissional indicado pelo Investigador-Encarregado, qualificado como Elemento Certificado - Fator Material (EC-FM).

4.8.8. Sempre que o Investigador-Encarregado julgar pertinente, o fabricante da aeronave ou seu representante técnico autorizado poderá ser envolvido no processo de análise e testes de

Figura 56 – Capítulo 4

NSCA X-XX/20XX

21/36

componentes, com a finalidade de prover informações técnicas necessárias para que os resultados sejam representativos aos propósitos da investigação.

4.9. PESQUISAS DOS ASPECTOS MÉDICOS E PSICOLÓGICOS

4.9.1. Para a investigação do aspecto médico, o Investigador-Encarregado contará com o suporte de profissional qualificado pelo SIPAER, nos termos da NSCA 3-2 “Estrutura e Atribuições dos Elementos Constitutivos do SIPAER”. Sua atividade deve estar dirigida principalmente para a identificação de aspectos médicos que possam ter refletido nas ações das pessoas envolvidas na ocorrência, servindo de suporte para o Investigador-Encarregado para clarificar a sequência dos acontecimentos na ocorrência.

4.9.2. A realização de necropsia em falecido decorrente de acidente espacial será conduzida pelo Instituto Médico-Legal (IML), devendo ser acompanhada, sempre que possível, por médico da comissão de investigação com o objetivo de orientar os interesses específicos da investigação, respeitando-se as legislações específicas em vigor.

4.9.3. Sempre que o Investigador-Encarregado julgar importante para a investigação, assessorado pelo profissional responsável pelos aspectos médicos, poderá solicitar a realização de exames clínicos no pessoal de apoio, a fim de verificar se houve a contribuição destes aspectos para a ocorrência.

4.9.4. Para a investigação do aspecto psicológico, o Investigador-Encarregado poderá contar com o suporte de profissional qualificado pelo SIPAER, nos termos da NSCA 3-2 “Estrutura e Atribuições dos Elementos Constitutivos do SIPAER”. Sua atividade deve estar dirigida principalmente para a identificação de aspectos psicológicos que possam ter refletido nas ações das pessoas envolvidas na ocorrência espacial, servindo de suporte para o Investigador-Encarregado para clarificar a sequência dos acontecimentos na ocorrência.

4.9.5. O CENIPA e o Instituto de Psicologia da Aeronáutica (IPA) apoiarão, quando solicitados, na indicação de psicólogo para participar da investigação.

4.10. TRATAMENTO E PROTEÇÃO DA INFORMAÇÃO

4.10.1. As seguintes informações serão utilizadas para o propósito da investigação de acidentes espaciais, incidentes espaciais graves e incidentes espaciais.

- a) gravações dos dados de telemetria e radares, e os gráficos e parâmetros deles extraídos ou transcritos ou extraídos e transcritos; e
- b) dados dos sistemas automáticos e manuais de coleta de dados instalados no veículo espacial.

4.10.2. O Artigo 74 do Decreto Nº 7.724, de 16 de maio de 2012, que regula a Lei no 12.527, de 18 de novembro de 2011, que dispõe sobre o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do caput do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição, prevê

Figura 57 – Capítulo 4

NSCA X-XX/20XX

22/36

que o tratamento de informação classificada resultante de tratados, acordos ou atos internacionais atenderá às Normas e recomendações desses instrumentos.

4.10.3. Toda informação prestada em proveito de investigação SIPAER e de outras atividades afetas ao SIPAER será espontânea e baseada na garantia legal de seu exclusivo uso para fins de prevenção.

4.10.4. Salvo em proveito de investigação SIPAER e de outras atividades de prevenção, será vedado ao profissional do SIPAER revelar suas fontes e respectivos conteúdos, aplicando-se-lhe o disposto no art. 207 do Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941 - Código de Processo Penal, e no Art. 448 da Lei nº 13.105, de 16 de março de 2015 do Código de Processo Civil.

4.10.5. Toda informação prestada em proveito de investigação SIPAER e de outras atividades afetas ao SIPAER será espontânea e baseada na garantia legal de seu exclusivo uso para fins de prevenção.

4.10.6. Entrevistas e declarações são colhidas em meros apontamentos informais, não sendo reduzidas a termo, ou a qualquer procedimento formal similar, também não sendo necessária a sua conservação depois de concluído o processo de investigação SIPAER, tudo com o objetivo de incentivar a participação voluntária e de preservar a própria investigação, evitando, desse modo, a perda de informações ou mesmo o seu esvaziamento.

4.10.7. Caberá ao Investigador-Encarregado adotar providências no sentido de proteger as informações sob a sua responsabilidade, além de outros documentos relacionados, e os que estiverem em posse da Comissão de Investigação.

4.10.8. Durante a investigação de uma ocorrência espacial, o CENIPA poderá fornecer informações factuais oportunas e relevantes às famílias e sobreviventes de um acidente espacial.

4.10.9. O Relatório Final não deve sofrer restrição quanto a sua divulgação.

4.11. INTERRUPÇÃO DE INVESTIGAÇÃO

4.11.1. O Investigador-Encarregado deverá comunicar a autoridade policial competente quando constatado, durante uma investigação de ocorrência espacial, indícios de crime ou interferência ilícita, relacionados ou não à cadeia de eventos da ocorrência.

4.11.2. A investigação no âmbito do SIPAER não tem a finalidade de identificar ou atribuir culpa ou responsabilidade.

Figura 58 – Capítulo 5

NSCA X-XX/20XX

23/36

5. PROTOCOLOS ESPECÍFICOS DE INVESTIGAÇÃO

5.1. ACIDENTE ESPACIAL

5.1.1. Será realizada a Ação Inicial em todas as ocorrências previamente classificadas como acidente espacial.

5.1.2. As investigações serão conduzidas pelo CENIPA, que realizará a coleta e a análise de todos os elementos de investigação, os quais fundamentarão as conclusões, determinarão os possíveis fatores contribuintes e, quando apropriado, a emissão de recomendações de segurança.

5.1.3. No caso de Acidente Espacial que o Comando da Aeronáutica seja o operador, a organização encarregada da investigação também será o CENIPA, podendo delegá-la ao Centro de Lançamento de Alcântara, e contando com o apoio do DCTA.

5.1.4. Quando um veículo espacial estiver desaparecido, será procedida uma investigação com todos os dados conhecidos, a partir da suspensão das buscas. Caso o veículo não seja encontrado dentro do prazo de doze meses, a contar da data da ocorrência, a investigação será concluída com os dados existentes.

5.1.5. Os resultados das investigações dos acidentes espaciais serão publicados por meio de Relatórios Finais.

5.2. INCIDENTE AEROESPACIAL GRAVE

5.2.1. Será realizada a Ação Inicial em todas as ocorrências previamente classificadas como incidente espacial grave.

5.2.2. As investigações dos incidentes espaciais graves serão conduzidas pelo CENIPA, que realizará a coleta e a análise de todos os elementos de investigação, os quais fundamentarão as conclusões, determinarão os possíveis fatores contribuintes e, quando apropriado, a emissão de recomendações de segurança.

5.2.3. No caso de Incidente Aeroespacial Grave que o Comando da Aeronáutica seja o operador, a organização encarregada da investigação será o CENIPA, podendo delegá-la ao Centro de Lançamento de Alcântara, e contando com o apoio do DCTA.

5.2.4. Os resultados das investigações dos incidentes espaciais graves serão publicados por meio de Relatórios Finais ou Relatórios Finais Simplificados, conforme a complexidade da investigação.

5.3. INCIDENTE ESPACIAL

5.3.1. Será realizada a Ação Inicial somente daquelas ocorrências previamente classificadas como incidente espacial nas quais o CENIPA julgar que as circunstâncias justifiquem uma

Figura 59 – Capítulo 5

NSCA X-XX/20XX

24/36

investigação aprofundada e nas quais existam evidências perecíveis que necessitem ser colhidas no local da ocorrência.

5.3.2. Quando houver uma investigação aprofundada de um incidente espacial e a divulgação das suas conclusões puder contribuir como ensinamento para a prevenção, os resultados serão publicados por meio de Relatórios Finais Simplificados.

Figura 60 – Capítulo 6

NSCA X-XX/20XX

25/36

6. COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO

Dependendo da complexidade da ocorrência, a organização responsável pela investigação poderá, em coordenação com o Investigador-Encarregado, dimensionar o tamanho de uma comissão de investigação de modo a preencher as “lacunas de conhecimento” dentro das três principais áreas de investigação do SIPAER.

6.1. ÁREAS DE INVESTIGAÇÃO DO SIPAER

Os trabalhos de cada membro de uma Comissão de Investigação de Acidente Espacial (CIAE) deverão obedecer aos campos de atuação dos investigadores do SIPAER de acordo com suas respectivas qualificações e competências.

6.1.1. ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DOS FATORES HUMANOS

6.1.1.1. A área de investigação deste fator constitui uma análise dos aspectos médico e psicológico, considerando as características fisiológicas, patológicas, ergonômicas, psicológicas, organizacionais e sociais.

6.1.1.2. As investigações destes aspectos serão conduzidas pelos profissionais formados pelo CENIPA como Elemento Certificado - Fator Humano Médico (EC-FHM) e Elemento Certificado - Fator Humano Psicológico (EC-FHP).

6.1.2. ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR MATERIAL

6.1.2.1. A área de investigação do fator material deverá abranger todas as circunstâncias envolvidas com os veículos espaciais, nos seus aspectos relativos ao projeto, fabricação e manuseio do material.

6.1.2.2. As investigações destes aspectos serão conduzidas pelos profissionais formados pelo CENIPA como Elemento Certificado - Fator Material (EC-FM)

6.1.3. ÁREA DE INVESTIGAÇÃO DO FATOR OPERACIONAL

6.1.3.1. A área de investigação do fator operacional deverá abranger todas as circunstâncias relacionadas ao desempenho do ser humano envolvidas com a infraestrutura do Centro de Lançamento.

6.1.3.2. Ao analisar o desempenho do ser humano na atividade, o investigador deverá explorar os fatores contribuintes sob a óptica dos aspectos de operação dos meios do CEA.

6.1.3.3. Ao analisar os fatores contribuintes relacionados à infraestrutura do Centro de Lançamento, o investigador deverá explorar as características físicas do Centro.

6.1.3.4. As investigações destes aspectos serão conduzidas pelos profissionais formados pelo CENIPA como Oficial de Segurança de Voo (OSV).

Figura 61 – Capítulo 6

NSCA X-XX/20XX

26/36

6.2. CONSTITUIÇÃO DA COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO

6.2.1. O CENIPA designará uma comissão de investigação, constituída de técnicos de áreas multidisciplinares, composta em número e com as qualificações necessárias para a condução da investigação.

6.2.2. Visando garantir a imparcialidade necessária para a condução da investigação, não poderá ser designado como Investigador-Encarregado, ou membro de uma comissão de investigação, profissional que conhecidamente tenha envolvimento emocional com a ocorrência ou atribuições divergentes da finalidade única de prevenção.

6.2.3. Os profissionais que compõem uma comissão de investigação são considerados assessores, cada um na respectiva área técnica de atuação, e deverão seguir estritamente as orientações emitidas pelo Investigador-Encarregado, que é o responsável pelo resultado e condução da investigação.

6.2.4. É vedada aos profissionais que integram a comissão de investigação a atuação junto a pessoas ou entidades com interesses distintos do SIPAER que ajam em defesa de partes envolvidas na ocorrência espacial nas esferas administrativa, cível e penal.

6.2.5. É vedado qualquer tipo de participação de profissionais que tenham interesses distintos do SIPAER e que tenham ligação ou atuem em defesa dos interesses das partes envolvidas na ocorrência espacial junto às esferas administrativa, cível e penal.

6.2.6. Caso algum dos membros da comissão de investigação apresente comportamento que prejudique o andamento dos trabalhos de investigação, o Investigador- Encarregado poderá efetuar a sua substituição.

6.2.7. A designação, substituição ou dispensa de qualquer profissional para constituir uma comissão de investigação de uma ocorrência espacial será feita pelo Investigador - Encarregado e sua efetivação será realizada por meio de documento específico do Comando da Aeronáutica.

6.2.8. Todos os membros da comissão de investigação que não sejam parte do efetivo do CENIPA deverão assinar um termo de compromisso de manutenção do sigilo das informações relacionadas à ocorrência.

6.3. ATRIBUIÇÕES

Além das atribuições inerentes aos protocolos de investigação, os integrantes da comissão de investigação possuem as seguintes atribuições:

- a) assessorar o Investigador-Encarregado em todas as fases da investigação;
- b) reunir-se, por convocação do Investigador-Encarregado, registrando em ata os assuntos abordados e as pessoas presentes, resguardando as informações discutidas nessas reuniões. As reuniões deverão ser realizadas, no mínimo em

Figura 62 – Capítulo 6

NSCA X-XX/20XX

27/36

- duas oportunidades: no início dos trabalhos e no fechamento do Relatório Final ou Relatório Final Simplificado; e
- c) prestar assessoramento ao CENIPA sempre que solicitado.

Figura 63 – Capítulo 7

NSCA X-XX/20XX

28/36

7. PUBLICAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE OCORRÊNCIAS ESPACIAIS**7.1. RELATÓRIO FINAL**

7.1.1. O Relatório Final é elaborado com base nas informações factuais, na análise, na conclusão, nos fatores contribuintes e nas recomendações de segurança.

7.1.2. Em algumas ocasiões serão formuladas hipóteses, as quais serão fundamentadas em pareceres técnicos e suportadas por dados factuais.

7.1.3. Na conclusão da investigação serão determinados, com base nas evidências registradas no processo de investigação, os fatores contribuintes para a ocorrência, abrangendo os diversos aspectos inseridos nas áreas dos Fatores Humanos, do Fator Operacional e do Fator Material.

7.1.4. O Relatório Final não tem por objetivo estabelecer o grau de contribuição de cada fator na investigação.

7.1.5. O Relatório Final não decorre do contraditório e da ampla defesa, e não recorre a qualquer procedimento de prova para apuração de responsabilidade civil ou criminal.

7.1.6. Dados referentes às declarações voluntárias prestadas por testemunhas, às informações médicas, ou privadas; acerca de pessoas envolvidas na ocorrência aeronáutica, às transcrições dos gravadores de dados de telemetria e radares poderão ser incluídos ou anexados ao Relatório Final apenas quando pertinentes às análises.

7.1.7. Dados julgados irrelevantes para as análises e conclusões não deverão constar do Relatório Final.

7.1.8. As informações prestadas por pessoas entrevistadas durante a investigação da ocorrência não devem ser utilizadas em processos disciplinares, administrativos, cíveis e criminais.

7.1.9. O uso do Relatório Final para qualquer propósito que não o de prevenção de futuros acidentes espaciais, incidentes espaciais graves e incidentes espaciais poderá induzir a interpretações e conclusões errôneas.

7.1.10. O Relatório Final será aprovado pelo Comandante de Aeronáutica.

Figura 64 – Capítulo 8

NSCA X-XX/20XX

29/36

8. RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA

O único objetivo da investigação SIPAER é a prevenção de novas ocorrências espaciais. Para tanto, é importante estabelecer as Recomendações de Segurança que são as medidas que visam a evitar outras ocorrências por fatores contribuintes similares, ou mitigar as suas consequências.

8.1. ELABORAÇÃO

O texto de uma Recomendação de Segurança deve ser claro e objetivo, na forma e no conteúdo, de modo que a interpretação conduza à sua implementação eficaz. Para efeito da sua confecção, deverá contemplar o destinatário e a ação recomendada.

8.2. FORMATAÇÃO

A Recomendação de Segurança deverá conter uma sigla representativa da classificação da ocorrência (A - acidente, IG - incidente grave, I - incidente) quando estiver relacionada a uma falha ativa ou uma condição latente identificada em uma investigação de ocorrência espacial, o número de controle, o emissor, o ano, a data da emissão e o responsável pela adoção e a descrição da ação recomendada.

8.3. SISTEMÁTICA

8.3.1. Se, no decorrer do processo de investigação, for identificado que a ocorrência espacial contém elevado potencial de reincidência, deve-se propor uma Recomendação, no menor prazo possível, para que o CENIPA a emita antes da conclusão da investigação, com a finalidade de permitir a implementação das ações mitigadoras com celeridade.

8.3.2. As Propostas de Recomendação de Segurança serão sempre encaminhadas ao CENIPA, a quem caberá, com o apoio do DCTA, analisar a sua adequabilidade, praticabilidade e aceitabilidade, e transformá-la em Recomendação de Segurança.

8.3.3. A Recomendação de Segurança será emitida pelo CENIPA por meio de Relatório Final, de Relatório Final Simplificado ou de outro documento específico, e terá como destinatário a organização com competência para adotar as ações recomendadas.

8.4. ADOÇÃO

A decisão pela adoção ou não de uma Recomendação de Segurança será de responsabilidade do detentor do mais elevado cargo executivo da organização à qual a recomendação foi dirigida.

8.5. ACOMPANHAMENTO

8.5.1. Caberá ao CENIPA o acompanhamento e o controle das Recomendações de Segurança emitidas no decorrer e ao final da investigação.

Figura 65 – Capítulo 8

NSCA X-XX/20XX

30/36

8.5.2. O destinatário deverá informar, de maneira formal, o “*status*” da adoção da Recomendação de Segurança ao CENIPA, informando se a mesma foi “implementada”, “implementada de forma alternativa” ou “não implementada”.

8.5.3. Quando a Recomendação de Segurança for “não implementada” ou “implementada de forma alternativa” o destinatário deverá expor as condições identificadas que, porventura, tenham inviabilizado a sua adoção conforme sugerido pelo SIPAER.

8.5.4. Caberá ao CENIPA a gestão junto aos órgãos que não são constitutivos do SIPAER, quando houver Recomendações de Segurança a estes dirigidas.

8.6. PRAZOS PARA A RESPOSTA

8.6.1. O destinatário deverá informar o “*status*” da Recomendação de Segurança ao CENIPA, de maneira formal, no prazo máximo de 120 dias.

8.6.2. É desejável que a organização destinatária busque implementar as Recomendações de Segurança de maneira rápida e eficiente.

Figura 66 – Capítulo 9

NSCA X-XX/20XX

31/36

9. PROTOCOLOS INTERNACIONAIS DE INVESTIGAÇÃO

9.1. NOTIFICAÇÃO

O CENIPA, no caso de acidente ou incidente espacial grave, ocorrido com qualquer veículo espacial estrangeiro, em território brasileiro, notificará com a maior brevidade possível e pelo meio mais adequado de que disponha:

- a) ao Estado do Operador;
- b) ao Estado de Projeto; e
- c) ao Estado de Fabricação.

9.2. DIREITOS E OBRIGAÇÕES

9.2.1. O Estado do Operador, o Estado de Projeto e o Estado de Fabricação terão o direito de nomear Representantes Acreditados e assessores para participarem da investigação.

9.2.2. Quando o Estado de Projeto ou Estado de Fabricação deixar de nomear um Representante Acreditado, o Estado Brasileiro deverá convidar as organizações encarregadas do projeto e da fabricação do veículo para que participem da investigação.

9.2.3. Quando o Estado do Operador deixar de nomear um representante acreditado, o Estado Brasileiro, como Estado de Ocorrência, por meio do CENIPA, deverá convidar o operador do veículo espacial para que participe da investigação.

9.2.4. As atividades de investigação, como exames e análises realizadas em outro Estado deverão ser coordenadas previamente entre o CENIPA e Agência Espacial que fornece o apoio.

9.2.5. Os Representantes Acreditados, dentro das limitações estabelecidas nos acordos e tratados quando aplicável, serão autorizados a participar de todas as etapas relevantes da investigação, sob o controle do Investigador-Encarregado, em particular para:

- a) visitar o local da ocorrência;
- b) examinar os destroços;
- c) ter acesso às informações obtidas das testemunhas e sugerir possíveis linhas de investigação;
- d) ter pleno acesso a todas as evidências pertinentes assim que possível;
- e) obter cópias de todos os documentos pertinentes;
- f) participar das atividades de investigação que se realizem fora do local da ocorrência, tais como exames, apresentações técnicas, ensaios e simulações;
- g) participar das reuniões relativas ao progresso da investigação, incluindo os debates relativos a análises, conclusões, fatores contribuintes e recomendações em matéria de segurança; e
- h) apresentar teorias a respeito dos diversos elementos da investigação.

Figura 67 – Capítulo 9

NSCA X-XX/20XX

32/36

9.2.6. O Estado Brasileiro, ao concluir uma investigação, enviará uma cópia da minuta do Relatório Final, na língua inglesa ou espanhola, a todos os Estados que participaram dela, para que, o mais cedo possível, formulem seus comentários relevantes e fundamentados sobre a conclusão da investigação.

9.2.7. Caso o Estado Brasileiro receba comentários em um prazo de até 60 dias, a contar da data de envio do relatório, poderá incluir no Relatório Final a essência dos comentários recebidos ou, caso seja o desejo dos Estados que enviaram os comentários, anexá-los ao Relatório Final.

9.2.8. Se o Estado Brasileiro, por meio do CENIPA, não receber comentários em um prazo de até 60 dias, a contar da data de envio do relatório, divulgará o Relatório Final, a menos que os Estados interessados tenham convencionado uma prorrogação daquele período de tempo.

9.2.9. Uma cópia do Relatório Final será emitida pelo CENIPA aos Estados que, no curso da investigação, tenham participado como Estado do Operador, Estado de Projeto ou Estado de Fabricação.

Figura 68 – Capítulo 10

NSCA X-XX/20XX

33/36

10. DISPOSIÇÕES GERAIS**10.1. OUTRAS INVESTIGAÇÕES**

10.1.1. As investigações realizadas por órgãos não constitutivos do SIPAER, e sem o propósito da Prevenção de Acidentes Espaciais, devem ser realizadas em separado.

10.1.2. É vedada a participação de pessoal designado pelo Investigador-Encarregado para uma investigação SIPAER em qualquer sindicância, inquérito administrativo, inquérito policial e inquérito policial militar relacionado à mesma ocorrência.

10.1.3. A restrição de que trata o item 10.1.2 se estende à apuração de outras ocorrências que, potencialmente, estejam relacionadas àquela investigada pelo SIPAER, ou que com ela guardem pontos em comum.

10.1.4. Para efeito de indicação de pessoal do SIPAER, visando ao assessoramento a outros órgãos do poder público, é vedada a participação de pessoas envolvidas na investigação SIPAER correlata.

10.2. OCORRÊNCIA ESPACIAL COM INDÍCIOS DE CRIME OU VIOLAÇÃO

10.2.1. A investigação no âmbito do SIPAER não tem a finalidade de identificar ou atribuir culpa ou responsabilidade.

10.2.2. O Investigador-Encarregado deverá comunicar à autoridade policial competente quando constatado, durante uma investigação de ocorrência, indícios de crime relacionados ou não à cadeia de eventos da ocorrência.

10.2.3. Nas situações previstas em 10.2.2, caberá ao CENIPA decidir sobre o encerramento ou não da investigação, levando em conta os benefícios para a prevenção de novas ocorrências.

10.3. REABERTURA DE INVESTIGAÇÃO

10.3.1. Um processo de investigação de acidente espacial, incidente espacial grave e incidente espacial poderá ser reaberto pelo CENIPA a qualquer momento, desde que algum fato novo relevante assim o justifique.

10.3.2. A solicitação de reabertura deverá ser encaminhada formalmente ao CENIPA, pelo interessado, acompanhada da sua justificativa.

10.3.3. Se a solicitação de reabertura for julgada improcedente, esta será arquivada e o solicitante será informado.

10.3.4. Se a solicitação de reabertura for julgada procedente, a investigação será retomada pelo CENIPA e será emitido novo Relatório Final.

Figura 69 – Capítulo 10

NSCA X-XX/20XX

34/36

10.3.5. Sempre que o CENIPA julgar pertinente, a AEB será informada da reabertura de um processo de investigação.

Figura 70 – Capítulo 11

NSCA X-XX/20XX

35/36

11. DISPOSIÇÕES FINAIS

11.1. Esta Norma se aplica a todos os processos de investigação de ocorrências espaciais em andamento no território brasileiro.

11.2. Os casos não previstos nesta Norma serão resolvidos pela Autoridade de Investigação SIPAER ou pelo Chefe do CENIPA, quando delegado a este.

Figura 71 – Referências

NSCA X-XX/20XX

36/36

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011.** Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal.

_____. **Decreto nº 87.249, de 07 de junho de 1982.** Dispõe sobre o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

_____. **Portaria Normativa nº 3.005/MD, de 14 de novembro de 2012.** Aprova a Diretriz de Prevenção e Investigação de Acidentes Aeronáuticos na Aviação Militar Brasileira. Brasília, 2012.

_____. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **MCA 3-6. Manual de Investigação do SIPAER.** Brasília, 2016.

_____. Comando-Geral do Pessoal (COMGEP). **Confecção, Controle e Numeração de Publicações Oficiais do Comando da Aeronáutica: NSCA 5-1.** Brasília-DF, 2014.

_____. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **NSCA 3-13. Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil Conduzidas pelo Estado Brasileiro.** Brasília, 2017.

_____. **Human factors training manual: Doc 9683.** Montréal, 1998.

_____. **Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation. Part 1. (Doc 9756).** 1.ed. Montreal, 2000.

_____. **Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation. Part 3. (Doc 9756).** 1.ed. Montreal, 2011.

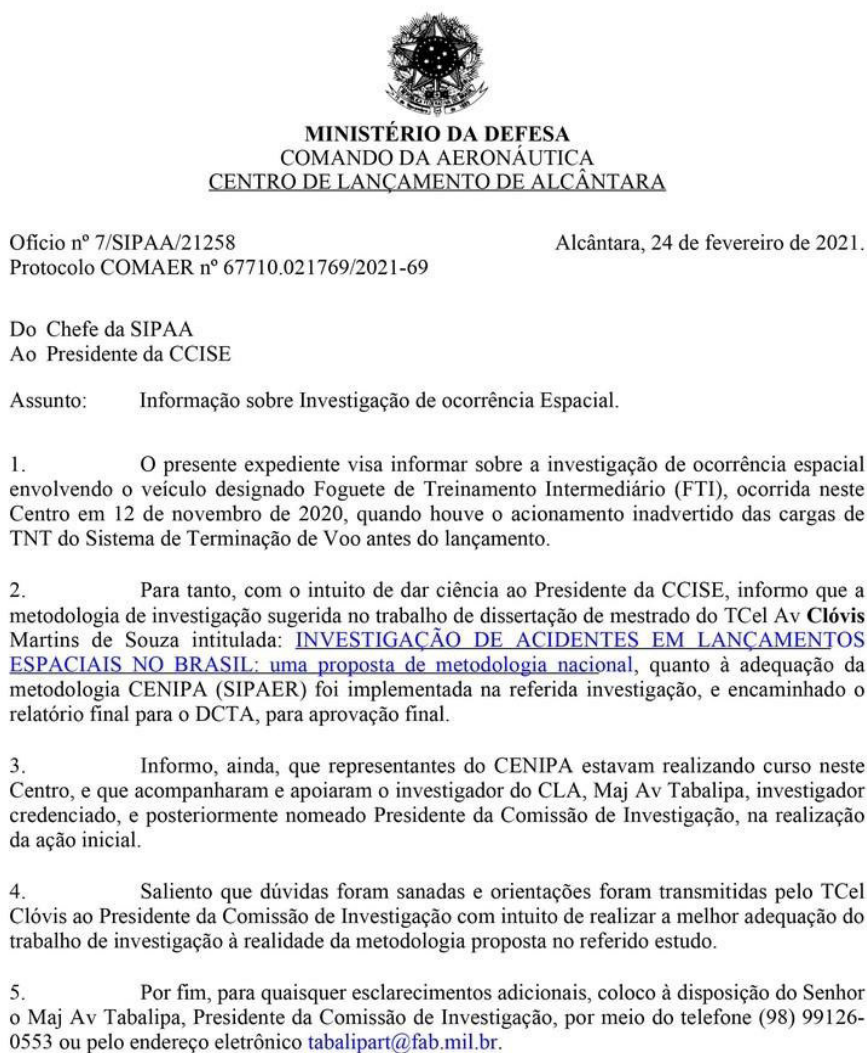
_____. **Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation. Part 4. (Doc 9756).** 1.ed. Montreal, 2003.

_____. **Manual on Accident and Incident Investigation Policies and Procedures. (Doc 9962).** 1.ed. Montreal, 2011.

_____. **Manual on Regional Accident and Incident Organization. (Doc 9946).** 1.ed. Montreal, 2011.

ANEXO A OFÍCIO DO CLA INFORMANDO DO USO DA METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Figura 72 – Ofício do CLA informando do uso da metodologia de investigação



ANEXO B ATA CENIPA SOBRE O USO DA NSCA PROPOSTA E DA POSSIBILIDADE DA INSERÇÃO DA DISCIPLINA NA FORMAÇÃO DOS INVESTIGADORES

Figura 73 – ATA CENIPA

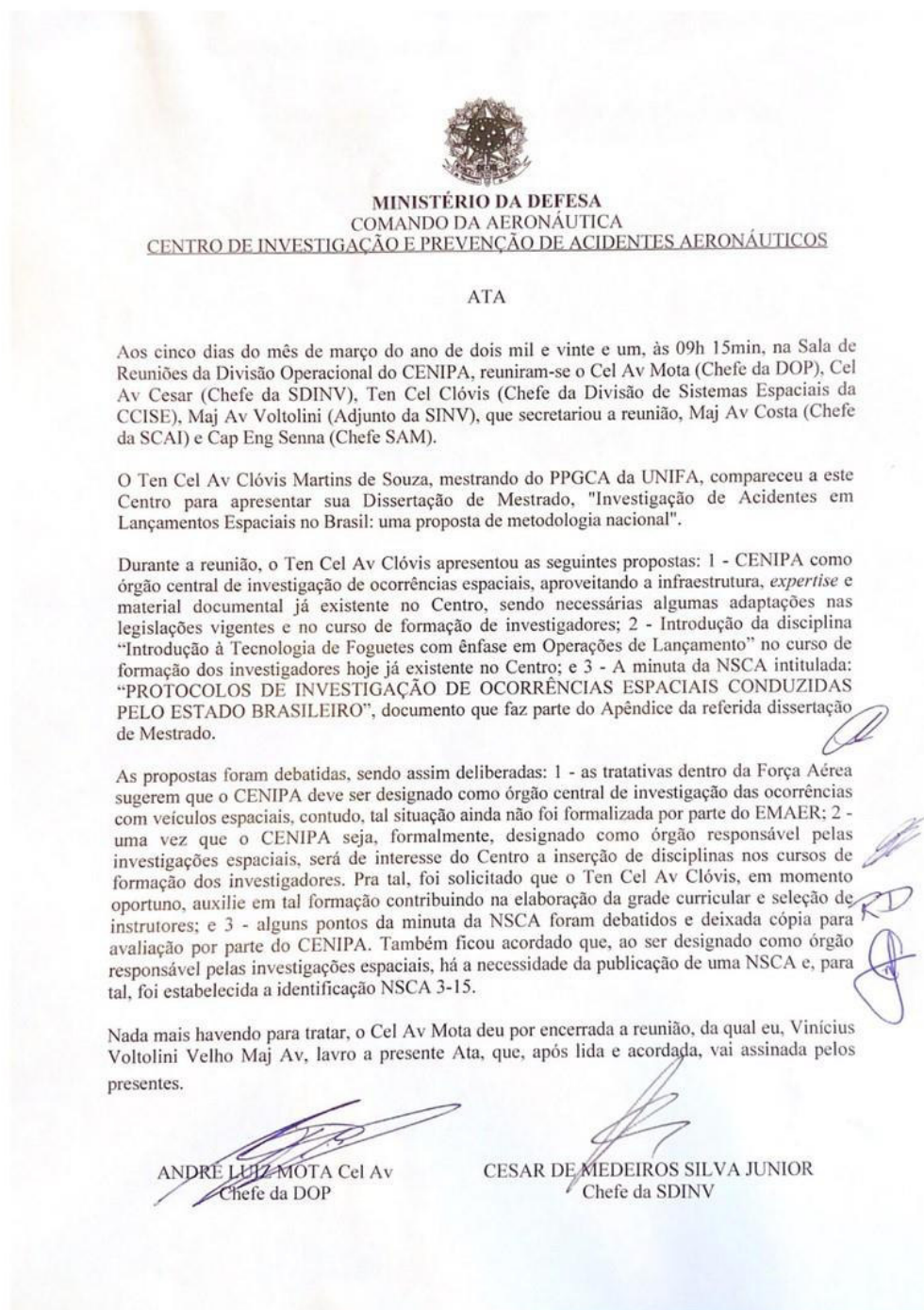
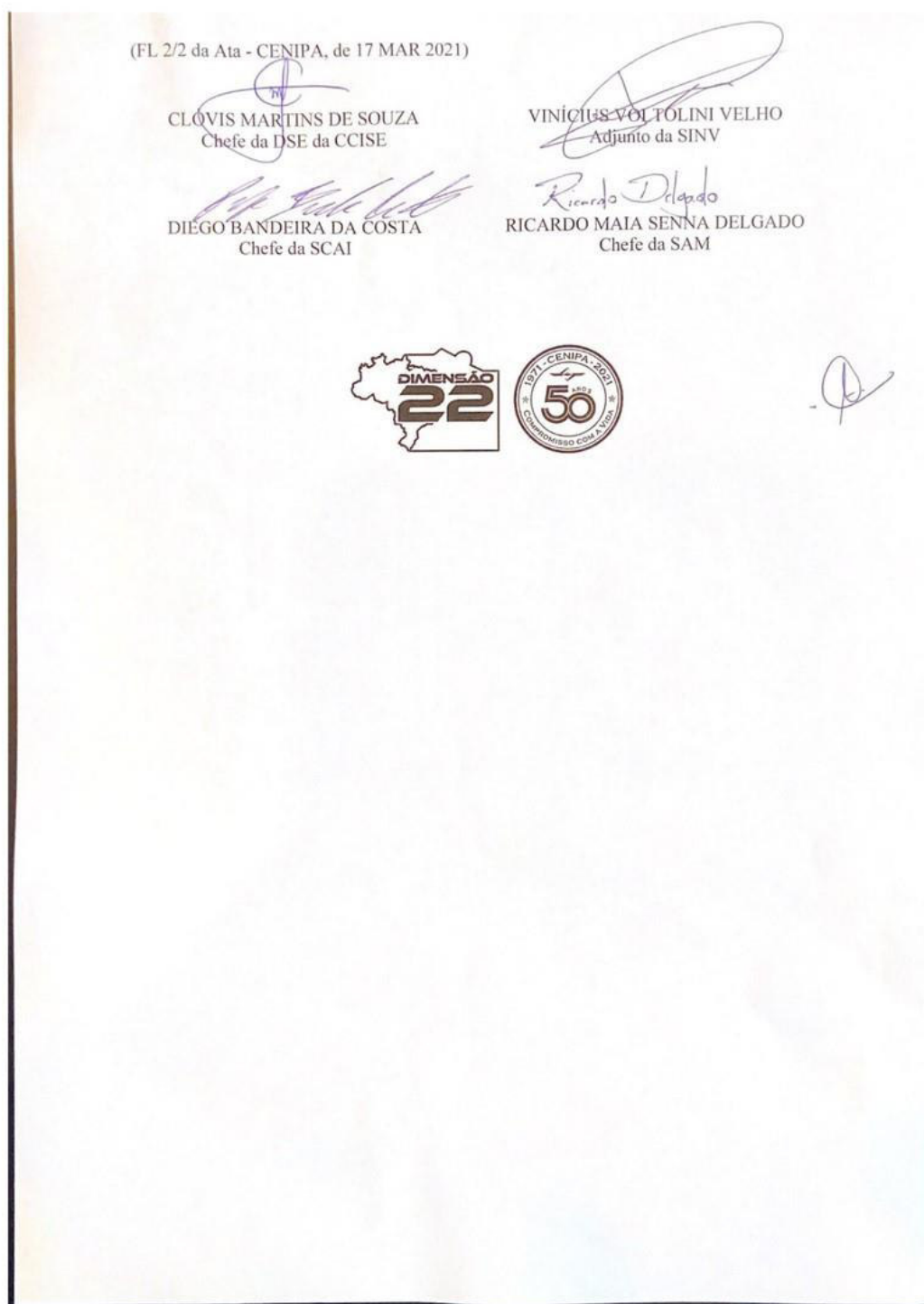


Figura 74 – ATA CENIPA assinaturas



Fonte: CENIPA (2021)

ANEXO C TERCEIRO DESPACHO DO DCTA AO EMAER ACEITANDO O CENIPA COMO COORDENADOR PARA INVESTIGAÇÕES ESPACIAIS

Figura 75 – Terceiro Despacho do DCTA ao EMAER com parecer favorável ao CENIPA como coordenador das investigações espaciais

MINISTÉRIO DA DEFESA - COMANDO DA AERONÁUTICA - DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL (Processo nº 67710.021769/2021-69 - Ref Of nº 7/SIPAA/21258, de 24 fev. 2021, do CLA)

3º DESPACHO

Nº 2/DPJ/6422

São José dos Campos, 30 de abril de 2021.

Do Vice-Diretor
Ao Chefe da Terceira Subchefia do Estado-Maior da Aeronáutica

1. Trata o presente despacho sobre a atividade de Investigação de Acidentes e Incidentes Espaciais.
2. Sobre o assunto, após apresentação da metodologia proposta pelo Ten Cel Av CLOVIS, da CCISE, às Interfaces Técnicas envolvidas em operações de lançamentos espaciais, não foram levantadas questões impeditivas sobre a designação do CENIPA para atuar na coordenação e condução das atividades de investigação de acidentes e incidentes ocorridos em lançamentos espaciais a partir do território nacional.
3. Ressalta-se que, na metodologia, está prevista a participação do DCTA e OM subordinadas nas investigações, por meio de pessoal técnico indicado para compor as equipes de investigação.
4. Diante do exposto, o parecer do DCTA é **favorável** ao pleito em tela.

Maj Brig Ar RICARDO JOSÉ FREIRE DE CAMPOS
Vice-Diretor do DCTA



ANEXO D QUARTO DESPACHO DO EMAER AO CENIPA CONSIDERANDO O CENIPA COMO COORDENADOR PARA INVESTIGAÇÕES ESPACIAIS

Figura 76 – Quarto Despacho do EMAER ao CENIPA considerando o CENIPA como coordenador para investigações espaciais

MINISTÉRIO DA DEFESA - COMANDO DA AERONÁUTICA - ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA (Processo nº 67710.021769/2021-69 - Ref Of nº 7/SIPAA/21258, de 24 fev. 2021, do CLA)

4º DESPACHO

Nº 4/3SC4/5120

Brasília, 4 de maio de 2021.

Do Vice-Chefe do EMAER
Ao Chefe do CENIPA

1. Ao cumprimentá-lo, passo a tratar sobre a atividade de Investigação de Acidentes Espaciais.
2. Sobre o tema, considerando a assinatura e ratificação, pelo Brasil, do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas entre o Brasil e os Estados Unidos da América.
3. Considerando a assinatura do Acordo de Cooperação entre a Agência Espacial Brasileira e o Estado-Maior da Aeronáutica, onde foram definidas as responsabilidades para a implantação e operação do Centro Espacial de Alcântara (CEA).
4. Considerando que no item 2.1.19 do citado Acordo, que define como responsabilidade do EMAER a atuação, por meio das Organizações Militares designadas, na investigação de acidentes espaciais ocorridos nas operações visando ao lançamento de veículos espaciais no CEA.
5. Considerando a participação deste ODG nas tratativas em curso no âmbito do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República para a confecção da Lei Geral de Atividades Espaciais, a qual definirá responsabilidades para as investigações de acidentes espaciais de veículos lançados a partir do território nacional.
6. Informo ao Senhor que a Organização Militar considerada mais adequada para atuar na coordenação e condução das atividades de investigação de acidentes ocorridos em lançamentos espaciais a partir do território nacional é o CENIPA.
7. Para tanto, solicito ao Senhor apreciar a possibilidade e, caso julgada viável, providenciar a alteração do ROCA do CENIPA, submetendo-o à apreciação do EMAER, e outras medidas administrativas julgadas necessárias, bem como informar as necessidades dessa OM para o cumprimento das novas atribuições, tais como: recursos humanos, capacitação, infraestrutura, etc.

EMAER (2021)