



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS MECÂNICAS

Francis Ferronato

**Desenvolvimento de ferramentas para o controle de risco no gerenciamento da  
segurança operacional em organizações de manutenção de aviões**

Joinville  
2025

Francis Ferronato

**Desenvolvimento de ferramentas para o controle de risco no gerenciamento da  
segurança operacional em organizações de manutenção de aviões**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciências Mecânicas.

Orientador: Prof. Pedro Paulo de Andrade Júnior,  
Dr.

Coorientador: Prof. Alexandre Mikowski, Dr.

Joinville

2025

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela  
BU/UFSC. Dados inseridos pelo próprio autor

Ferronato, Francis

Desenvolvimento de ferramentas para o controle de risco  
no gerenciamento da segurança operacional em organizações de  
manutenção de aviões / Francis Ferronato ; orientador,  
Pedro Paulo de Andrade Júnior, coorientador, Alexandre  
Mikowski, 2025.

168 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Campus Joinville, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia e Ciências Mecânicas, Joinville, 2025.

Inclui referências.

1. Engenharia e Ciências Mecânicas. 2. Sistema de  
Gerenciamento da Segurança Operacional. 3. Organizações de  
Manutenção. 4. Matriz de Risco. 5. Nível Aceitável de  
Segurança Operacional. I. de Andrade Júnior, Pedro Paulo.  
II. Mikowski, Alexandre . III. Universidade Federal de  
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e  
Ciências Mecânicas. IV. Título.

Francis Ferronato

## **Desenvolvimento de ferramentas para o controle de risco no gerenciamento da segurança operacional em organizações de manutenção de aviões**

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 11 de abril de 2025, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Pedro Paulo de Andrade Júnior, Dr. – Presidente da Banca  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

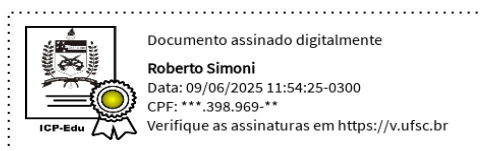
Prof. Cristiano Vasconcellos Ferreira, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof. Antônio Otaviano Dourado, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof. Gelson Biscaia de Souza, Dr.  
Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG

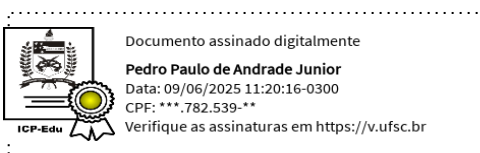
Prof. Luiz Antônio Figueiredo, Me.  
Faculdade de Tecnologia SENAI Ítalo Bologna

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciências Mecânicas.



Coordenador Prof. Roberto Simoni, Dr.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação



Prof. Pedro Paulo de Andrade Júnior, Dr.

Orientador

Joinville, 2025.

Dedico este trabalho ao meu querido tio, Fernando (in memoriam), um cientista nato que sempre me incentivou a buscar o conhecimento. Sua influência foi fundamental em minha jornada profissional e acadêmica, esta obra é um reconhecimento a ele.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço à minha mãe, meu pai, meu irmão, e, à minha namorada. A presença e o apoio incondicional deles foi fundamental em minha trajetória pessoal, profissional e acadêmica durante o Mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Estendendo minha gratidão ao orientador Professor Dr. Pedro Paulo de Andrade Júnior, sua orientação foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho. Tive o privilégio de ser aluno dele na disciplina de Gerenciamento da Inovação Tecnológica, onde adquiri conhecimentos na área de pesquisa e tecnologia. Além disso, seus ensinamentos durante o Estágio de Docência III foram muito importantes, contribuíram para minha atuação como Professor. Mais do que um orientador, tornou-se um amigo, espero que possamos continuar publicando artigos juntos no futuro.

Da mesma forma, estendo minha grande gratidão ao coorientador Professor Dr. Alexandre Mikowski, foi meu professor na matéria de Comportamento Mecânico dos Materiais, ele também se tornou meu amigo. Teve uma brilhante participação nesta dissertação, sobretudo nas correções e ajustes finais após a avaliação da banca. Publicaremos artigos juntos e vamos dar continuidade em pesquisas voltadas para a aviação.

À minha querida amiga Ma. Adriana, enquanto colegas e amigos, passamos momentos difíceis juntos, mas também bons momentos, superações, vitórias, ela se tornou minha melhor amiga.

Ao Gestor de Segurança Operacional, Esp. Wesley (Brasil Vida), ao Ex. Gestor de Segurança Operacional da Brasil Aviation, Esp. Jeferson, por todo apoio ao estudo de caso, conhecimentos adquiridos e dados fornecidos. Ao Coordenador de Infraestrutura, Homero, pelo compartilhamento mútuo de experiências. Ambos se tornaram grandes amigos.

Desejo também expressar minha gratidão ao Coordenador da Faculdade de Tecnologia SENAI e Professor Me. Luiz Antônio, componente de banca desta dissertação e colega de trabalho desde 2018.

À Brasil Aviation pelos dados e materiais cedidos, pela cooperação, especialmente ao ex-aluno Wilson do SENAI, que atualmente é mecânico aeronáutico de GMP, ele me indicou ao Gestor de Segurança Operacional (Jeferson) da Brasil Aviation para fazer o estudo de caso.

À Aerobat pelos dados e materiais cedidos, ao pessoal de SGSO, aos mecânicos, ao CTM e ao setor administrativo que auxiliaram na pesquisa, ao amigo de longa data, Comandante e Checador André.

Ao Professor Dr. André Luís Condino Fugarra pela coorientação enquanto o tema de minha pesquisa era o desenvolvimento de sistemas de armazenamento de energia em plataformas flutuantes de offshore eólica em águas profundas. Fugarra foi meu professor nas matérias de Tópicos especiais em Desenvolvimento de Sistemas de Engenharia II e Interações Fluido-estruturais onde pude desenvolver meu conhecimento.

Às técnicas de secretaria, Rosilda e Andressa. Durante todo o meu período de interação com a secretaria como aluno de mestrado, sempre fui prontamente atendido por ambas. Solícitas e atenciosas, seja presencialmente ou por e-mail, esclarecendo as dúvidas com paciência e precisão.

Agradeço à UFSC, Centro Tecnológico de Joinville (CTJ) por ter contribuído imensamente em meu desenvolvimento pessoal. Enquanto Professor, Pesquisador e profissional da aviação, usarei os conhecimentos adquiridos na UFSC.

*“Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, e não há sucesso no que não se gerencia.”*

*(William Edwards Deming)*

## RESUMO

O desenvolvimento de ferramentas para o controle de risco no gerenciamento da segurança operacional em organizações de manutenção de aviões visa garantir a segurança em todas as operações aeronáuticas, da mesma forma, essa garantia deve existir em Organizações de Manutenção de aeronaves. O Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) abrange todas as atividades dentro de uma Organização de Manutenção, seja a execução, supervisão, inspeção, aprovação para retorno ao serviço, bem como planejamento, produção, controle técnico de manutenção, suprimentos, ferramentaria e publicações. Este estudo tem como objetivo desenvolver ferramentas para controlar o risco no gerenciamento da segurança operacional em organizações de manutenção de aviões e a implementação de cultura organizacional para mitigar o risco. Através de estudos de caso, fundamentado por pesquisa bibliográfica e documental, busca-se compreender os desafios enfrentados por essas empresas no setor aeronáutico e desenvolver soluções práticas de otimização do risco. A metodologia empregada inclui análise técnico-científica para embasar os estudos de caso em duas Organizações de Manutenção. Dados públicos dos últimos 10 anos demonstram que as maiores causas de acidentes, 384 de 1.694 casos, relacionam-se com falha ou mau funcionamento do motor/componente. Os dados qualitativos e quantitativos foram coletados e analisados para cada Organização de Manutenção, visando desenvolver ferramentas de Segurança Operacional com foco no aprimoramento de ações de promoção do SGSO, Índice de Desempenho da Segurança Operacional, Índice de Retrabalho, Relato Voluntário de Perigo (RVP). A elaboração das ferramentas digitais e físicas tiveram foco no tratamento dos pontos de melhoria da qualidade nas organizações; com as correções de falhas de controle de processos, na ausência de registros para relatórios voluntários, nos problemas recorrentes com *Foreign Object Debris/Damage* (FOD), na falta de planilhas de monitoramento e na baixa conscientização sobre a importância dos relatórios de prevenção. Contribuiu-se para o controle de tolerabilidade e automatização por planilhas de controle de processos, na promoção de SGSO, no controle de condições de risco, houve redução de mais de 60% na quantidade de FOD produzido, melhor controle de RVP e na conscientização. Conclui-se que as ferramentas desenvolvidas e a promoção de SGSO têm potencial para melhorar o controle de processos, a redução de riscos e a melhoria na conscientização de funcionários nas organizações de manutenção de aviões.

**Palavras-chave:** Organização de Manutenção; Sistema do Gerenciamento da Segurança Operacional; Matriz de Risco; Nível Aceitável de Segurança Operacional; Ferramentas.

## ABSTRACT

The development of tools for risk control in Safety Management Systems (SMS) within aircraft maintenance organizations aims to ensure safety across all aviation operations. Likewise, this assurance must be present within Maintenance Organizations. The Safety Management System (SMS) encompasses all activities within a Maintenance Organization, including execution, supervision, inspection, return-to-service approval, as well as planning, production, maintenance technical control, supply chain, tooling, and publications. This study aims to develop tools to manage and control risks in aviation maintenance organizations' safety management systems, along with implementing an organizational safety culture to mitigate risks. Based on case studies supported by bibliographic and documental research, the study seeks to understand the challenges faced by these companies in the aviation sector and to develop practical risk optimization solutions. The methodology involves technical-scientific analysis supporting case studies in two Maintenance Organizations. Public data from the past 10 years show that the leading causes of incidents, 384 out of 1,694 cases, are related to engine or component failure/malfunction. Qualitative and quantitative data were collected and analyzed for each Maintenance Organization with the goal of developing Operational Safety tools focused on enhancing SMS promotion activities, Safety Performance Indicators (SPI), Rework Index, and the Voluntary Hazard Reporting (VHR) system. The creation of digital and physical tools targeted quality improvement areas within the organizations, including the correction of process control deficiencies, lack of records for voluntary reports, recurring issues with Foreign Object Debris/Damage (FOD), absence of monitoring spreadsheets, and low awareness regarding the importance of prevention reports. Contributions included improved risk tolerance control and process control automation through spreadsheets, SMS promotion, and risk condition control. These efforts led to over a 60% reduction in FOD occurrences, better management of VHR reports, and increased awareness. In conclusion, the developed tools and SMS promotion efforts show potential to improve process control, reduce risks, and raise employee awareness within aircraft maintenance organizations.

**Keywords:** Aircraft maintenance; Safety Management System; Risk Management; As Low As Reasonably Practicable; Tools.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|           |                                                                                                                    |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AA        | Autoridade Aeronáutica                                                                                             |
| AC        | <i>Advisory Circular</i> , em português, Instrução Suplementar                                                     |
| AD        | <i>Airworthiness Directives</i> , em português, Diretrizes de Aeronavegabilidade                                   |
| AMM       | <i>Aircraft Maintenance Manual</i> , em português, Manual de Manutenção de Aeronave                                |
| ANAC      | Agência Nacional de Aviação Civil                                                                                  |
| ANV       | Aeronave, ou no plural, aeronaves                                                                                  |
| APRS      | Aprovação para Retorno ao Serviço                                                                                  |
| ATR72-500 | Modelo de Aeronave ATR                                                                                             |
| ASAP      | <i>Aviation Safety Action Partnership</i> , em português, Parceria para Ações de Segurança Operacional na Aviação  |
| ASO       | Alertas de Segurança Operacional                                                                                   |
| AVI       | Habilitação de Aviônicos (Definição segundo RBAC 65.73)                                                            |
| A320-233  | Modelo de Aeronave Airbus                                                                                          |
| BS        | Boletins de Serviço                                                                                                |
| CBA       | Código Brasileiro de Aeronáutica                                                                                   |
| CEL       | Habilitação de Célula (Definição segundo RBAC 65.73)                                                               |
| CENIPA    | Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos                                                       |
| CHT       | Certificado de Habilitação Técnica                                                                                 |
| CIAC      | Centro de Instrução de Aviação Civil                                                                               |
| CL        | <i>Cruise Level</i> , em português, posição de manete em Nível de Cruzeiro                                         |
| COM       | Certificado de Organização de Manutenção                                                                           |
| COMAER    | Comando da Aeronáutica                                                                                             |
| CTM       | Controle Técnico de Manutenção                                                                                     |
| DA        | Diretrizes de Aeronavegabilidade                                                                                   |
| DECEA     | Departamento de Controle do Espaço Aéreo                                                                           |
| EASA      | <i>European Union Aviation Safety Agency</i> , em português, Agência da União Europeia para a Segurança da Aviação |
| EMD       | Emenda                                                                                                             |
| EO        | Especificação Operativa                                                                                            |

|        |                                                                                                                           |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FAA    | <i>Federal Aviation Administration</i> , em português, Administração Federal da Aviação                                   |
| FCDA   | Ficha de Cumprimento de Diretrizes de Aeronavegabilidade                                                                  |
| FH     | Fator Humano, ou no plural, Fatores Humanos                                                                               |
| FOD    | <i>Foreign Object Debris/Damage</i> , em português, Detritos ou Dano por Objeto Estranho                                  |
| FODB   | <i>Foreign Object Debris/Damage Bin</i> , em português, recipiente para Coleta de Objetos Estranhos                       |
| FODMS  | <i>Foreign Object Debris/Damage Magnetic Sweepers</i> , em português, Coletor Magnético para Remoção de Objetos Estranhos |
| FODW   | <i>Foreign Object Debris/Damage Walk</i> , em português, caminhada para coleta de Objetos Estranhos                       |
| FOQA   | <i>Flight Operational Quality Assurance</i> , em português, Garantia da Qualidade da Segurança de Voo                     |
| GASO   | Grupo de Ação de Segurança Operacional                                                                                    |
| GMP    | Habilitação de Grupo-motopropulsor (Definição segundo RBAC 65.73)                                                         |
| GR     | Gestor Responsável                                                                                                        |
| GRSO   | Gerenciamento de Risco da Segurança Operacional                                                                           |
| GSO    | Gestão de Segurança Operacional                                                                                           |
| GSO/RT | Gestor de Segurança Operacional/Responsável Técnico                                                                       |
| ICA    | Instrução do Comando da Aeronáutica                                                                                       |
| ICAO   | <i>International Civil Aviation Organization</i> , em português, Organização Internacional da Aviação Civil               |
| IDSO   | Indicador de Desempenho da Segurança Operacional                                                                          |
| IFR    | <i>Instrument Flight Rules</i> (em português, regras de voo por instrumentos)                                             |
| IPC    | <i>Illustrated Parts Catalog</i> , em português, Catálogo Ilustrado de Partes                                             |
| IR     | Índice de Retrabalho                                                                                                      |
| IS     | Instrução Suplementar                                                                                                     |
| ISO    | <i>International Organization for Standardization</i> , em português, Organização Internacional para Padronização         |
| JCR    | <i>Journal Citation Reports</i> , em português, relatórios de citações de periódicos                                      |
| JJ3054 | Voo da aeronave Airbus A320-233, matrícula PP-MBK                                                                         |
| MCQ    | Manual de Controle de Qualidade                                                                                           |

|         |                                                                                                                                     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MDSO    | Metas de Desempenho da Segurança Operacional                                                                                        |
| MGSO    | Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional                                                                                    |
| MLTE    | Avião Multimotor Terrestre                                                                                                          |
| MNTE    | Avião Monomotor Terrestre                                                                                                           |
| MOM     | Manual da Organização de Manutenção                                                                                                 |
| MRR     | Manutenção, Reparo e Revisão                                                                                                        |
| NADSO   | Nível Aceitável de Segurança de Operacional                                                                                         |
| NSCA    | Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica                                                                                          |
| OM      | Organização de Manutenção, ou no plural, Organizações de Manutenção                                                                 |
| OS      | Ordem de Serviço                                                                                                                    |
| PMD     | Peso Máximo para Decolagem                                                                                                          |
| PP-GAS  | Matrícula de aeronave de Relatório Final do CENIPA, Aero Boero AB-115                                                               |
| PR-BRO  | Matrícula de aeronave de Relatório Final do CENIPA, Cessna C-152<br>Matrícula de aeronave de Relatório Final do CENIPA, Piper P-28A |
| PR-MBK  | Matrícula de aeronave de Relatório Final do CENIPA, companhia aérea TAM, Airbus A320-233                                            |
| PT-DCW  | Matrícula de aeronave de Relatório Final do CENIPA, Piper PA-28-140                                                                 |
| PT-EZD  | Matrícula de aeronave de Relatório Final do CENIPA, Embraer EMB-810C                                                                |
| PPSP    | Programa de Prevenção do Risco Associado ao Uso Indevido de Substâncias Psicoativas na Aviação Civil                                |
| PRE     | Plano de Resposta à Emergência                                                                                                      |
| PS-VPB  | Matrícula da aeronave de Relatório Preliminar do CENIPA, companhia aérea Voepass, ATR72-500                                         |
| PTO     | Programa de Treinamento Operacional                                                                                                 |
| RAB     | Registro Aeronáutico Brasileiro                                                                                                     |
| RBAC    | Regulamento Brasileiro de Aviação Civil                                                                                             |
| RELPREV | Relato de Prevenção                                                                                                                 |
| REV     | Reverso                                                                                                                             |
| RF      | Relatório Final, ou no plural, Relatórios Finais                                                                                    |
| RIP     | Relatório de Identificação de Perigo                                                                                                |
| RP      | Relatório Preliminar                                                                                                                |

|        |                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RSA    | <i>Return for Service Approval</i> , em português, Aprovação Para Retorno Ao Serviço                                                                                                                                                |
| RSV    | Recomendações de Segurança de Voo                                                                                                                                                                                                   |
| RT     | Responsável Técnico                                                                                                                                                                                                                 |
| R      | Retrabalho, ou no plural, Retrabalhos, ou coeficiente de correlação                                                                                                                                                                 |
| RVP    | Reporte de Voluntário de Perigo                                                                                                                                                                                                     |
| RVSO   | Relato Voluntário de Segurança Operacional                                                                                                                                                                                          |
| RWR    | <i>Rework Rate</i> , em português, índice de Retrabalho                                                                                                                                                                             |
| SBBP   | Designativo do Aeródromo Estadual de Arthur Siqueira                                                                                                                                                                                |
| SBBS   | Designativo do Aeródromo de Balsas                                                                                                                                                                                                  |
| SBCA   | Designativo do Aeroporto Adalberto Mendes da Silva                                                                                                                                                                                  |
| SBGR   | Designativo do Aeroporto Governador André Franco Montoro                                                                                                                                                                            |
| SBNV   | Designativo do Aeródromo Nacional de Aviação                                                                                                                                                                                        |
| SCQ    | Sistema de Controle de Qualidade                                                                                                                                                                                                    |
| SFC    | Funcionamento de Sistema Componente                                                                                                                                                                                                 |
| SFC-PP | Falha ou Mau funcionamento do Motor                                                                                                                                                                                                 |
| SGQ    | Sistema de Gestão da Qualidade                                                                                                                                                                                                      |
| SGSO   | Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional                                                                                                                                                                                   |
| SHELL  | S - <i>Software</i> , em português, programa ou sistema; H - <i>Hardware</i> , em português, equipamentos ou parte física; E - <i>Environment</i> , em português, ambiente de trabalho; L - <i>Liveware</i> , em português, humano. |
| SIPAER | Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos                                                                                                                                                                       |
| SMS    | <i>Safety Management System</i> , em português, Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional                                                                                                                                   |
| SRM    | <i>Service Repair Manual</i> , em português, Manual de Reparo de Aeronaves ou Serviço de Registro de Manutenção                                                                                                                     |
| SSIC   | Designativo do Aeroclube de Dourados                                                                                                                                                                                                |
| SSPO   | Designativo do Aeródromo de Aplicação Agrícola                                                                                                                                                                                      |
| SWNS   | Designativo do Aeródromo Civil de Anápolis                                                                                                                                                                                          |
| TAM    | Táxi Aéreo Marília                                                                                                                                                                                                                  |
| VBA    | <i>Visual Basic for Applications</i> , em português, Visual Basic para Aplicações                                                                                                                                                   |
| VFR    | <i>Visual Flight Rules</i> (em português, regras de voo visual)                                                                                                                                                                     |

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                                                       |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                                                                                | <b>17</b> |
| 1.1      | OBJETIVOS.....                                                                                                                        | 20        |
| 1.1.1    | <b>Objetivo Geral.....</b>                                                                                                            | <b>21</b> |
| 1.1.2    | <b>Objetivos Específicos.....</b>                                                                                                     | <b>21</b> |
| 1.2      | JUSTIFICATIVA PARA RELEVÂNCIA DO TEMA .....                                                                                           | 21        |
| 1.3      | ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....                                                                                                     | 26        |
| <b>2</b> | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                                                                                                     | <b>27</b> |
| 2.1      | DADOS PÚBLICOS DE AUTORIDADES AERONÁUTICAS NO BRASIL ..                                                                               | 27        |
| 2.2      | DEFINIÇÃO DE AERONAVES E ORGANIZAÇÕES DE MANUTENÇÃO ..                                                                                | 32        |
| 2.2.1    | <b>DEFINIÇÃO DE AERONAVES.....</b>                                                                                                    | <b>32</b> |
| 2.2.2    | <b>DEFINIÇÃO DE ORGANIZAÇÕES DE MANUTENÇÃO .....</b>                                                                                  | <b>34</b> |
| 2.3      | MANUTENÇÃO AERONÁUTICA.....                                                                                                           | 35        |
| 2.4      | PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DO GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL .....                                                               | 39        |
| 2.5      | SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL NAS ORGANIZAÇÕES DE MANUTENÇÃO AERONÁUTICA DE AVIÕES, EXCETO COMPANHIAS AÉREAS..... | 44        |
| 2.6      | FERRAMENTAS PARA O CONTROLE DE RISCO COM FOCO NA QUALIDADE .....                                                                      | 50        |
| 2.7      | ANÁLISE DE ACIDENTES RELACIONADOS COM FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DO MOTOR (SFC) E RECOMENDAÇÕES.....                                  | 55        |
| 2.8      | PESQUISAS CIENTÍFICAS NA ÁREA .....                                                                                                   | 58        |
| <b>3</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                                                                                                       | <b>66</b> |
| 3.1      | MATERIAL - AMBIENTE DAS ORGANIZAÇÕES DE MANUTENÇÃO E DOCUMENTAÇÃO .....                                                               | 66        |
| 3.1.1    | <b>Organização de Manutenção - Aerobat.....</b>                                                                                       | <b>67</b> |
| 3.1.2    | <b>Organização de Manutenção - Brasil Aviation .....</b>                                                                              | <b>68</b> |
| 3.1.3    | <b>Documentação das Organizações de Manutenção.....</b>                                                                               | <b>70</b> |
| 3.2      | MÉTODOS - DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS DE CONTROLE ..                                                                               | 71        |
| 3.2.1    | <b>Procedimento para desenvolver uma ferramenta para o controle de risco .....</b>                                                    | <b>72</b> |

|       |                                                                                                                          |            |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.2.2 | Procedimento para desenvolver uma ferramenta para o controle de tolerabilidade.....                                      | 77         |
| 3.2.3 | Ferramenta para controle de <i>Foreign Object Debris/Damage</i> - FOD....                                                | 80         |
| 3.2.4 | Ferramentas de gerenciamento de risco e implementação da cultura organizacional.....                                     | 83         |
| 4     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                                                                       | <b>87</b>  |
| 4.1   | FERRAMENTAS PARA O CONTROLE DE RISCO .....                                                                               | 87         |
| 4.1.1 | Ferramentas de controle de Risco para a Aerobat .....                                                                    | 87         |
| 4.1.2 | Ferramentas de controle de Risco para a Brasil Aviation.....                                                             | 97         |
| 4.2   | FERRAMENTA PARA O CONTROLE DE TOLERABILIDADE .....                                                                       | 109        |
| 4.2.1 | Ferramenta de controle de tolerabilidade .....                                                                           | 110        |
| 4.2.2 | Aplicação da ferramenta desenvolvida.....                                                                                | 110        |
| 4.3   | FERRAMENTAS PARA O CONTROLE DE FOD E PROCESSOS .....                                                                     | 112        |
| 4.3.1 | Ferramentas de controle de FOD e processos para a Aerobat.....                                                           | 113        |
| 4.3.2 | Ferramentas de controle de FOD e processos para a Brasil Aviation.....                                                   | 116        |
| 4.4   | FERRAMENTAS PARA A GESTÃO DO RISCO, DA QUALIDADE E A IMPLEMENTAÇÃO DA CULTURA ORGANIZACIONAL .....                       | 126        |
| 4.4.1 | Ferramentas para a gestão do risco, da qualidade e a implementação da cultura organizacional para a Aerobat .....        | 126        |
| 4.4.2 | Ferramentas para a gestão do risco, da qualidade e a implementação da cultura organizacional para a Brasil Aviation..... | 132        |
| 5.    | <b>CONCLUSÃO .....</b>                                                                                                   | <b>144</b> |
| 6.    | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                                                 | <b>146</b> |
|       | <b>APÊNDICE A - FERRAMENTA DESENVOLVIDA COM SOFTWARE EXCEL PARA O CONTROLE DA MATRIZ DE RISCO.....</b>                   | <b>153</b> |
|       | <b>APÊNDICE B - FERRAMENTA DESENVOLVIDA EM CÓDIGO PYTHON PARA PARA O CONTROLE DE TOLERABILIDADE.....</b>                 | <b>154</b> |
|       | <b>APÊNDICE C - CLASSIFICAÇÃO DE AVIÕES .....</b>                                                                        | <b>157</b> |
|       | <b>APÊNDICE D - FOD COLETADOS NA OM AEROBAT .....</b>                                                                    | <b>161</b> |
|       | <b>APÊNDICE E - FOD COLETADOS NA OM BRASIL AVIATION .....</b>                                                            | <b>162</b> |
|       | <b>ANEXO A - AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS DA AEROBAT .....</b>                                                            | <b>166</b> |
|       | <b>ANEXO B - AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS DA BRASIL AVIATION .....</b>                                                    | <b>167</b> |
|       | <b>ANEXO C - CERTIFICADO DE AGRADECIMENTO DA BRASIL AVIATION .....</b>                                                   | <b>168</b> |

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO

A aviação civil busca constantemente garantir que ocorra a segurança operacional em todas as fases de suas operações. Dentre os diversos elementos que influenciam a segurança, de acordo com o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), a manutenção de aeronaves é um ponto importante, determinante para a integridade das aeronaves e a segurança dos passageiros e tripulantes (SIPAER, 2024a).

A citação do acidente a seguir, nesta introdução, é uma grande motivação para o desenvolvimento desta dissertação. Em 2024 completou-se 17 anos da maior tragédia da aviação brasileira, 199 passageiros morreram na explosão da aeronave de matrícula PP-MBK da TAM (Táxi Aéreo Marília), voo JJ3054, que decolou de Porto Alegre e pousou em São Paulo. Ao tentar pousar no aeroporto de Congonhas, no dia 17 de julho de 2007, o Airbus A320-233 não conseguiu parar e colidiu contra o terminal de cargas da própria empresa, não havendo sobreviventes (Pujol; Pandolfi, 2017).

De acordo com o Relatório Final (RF), de número 67, emitido pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) em 2009, a investigação contou com a participação de órgãos federais brasileiros, representantes dos Estados Unidos, França, Alemanha. A aproximação da aeronave A320-233 transcorreu normalmente para a pista 35L (pista 350° esquerda), ao tocar na pista a aeronave não desacelerou como previsto, varou a pista, cruzou à avenida a frente, colidiu com um posto de gasolina e o edifício da TAM. Neste acidente, 6 tripulantes, 181 passageiros e 12 pessoas que se encontravam no edifício faleceram. A aeronave ficou destruída e o incêndio perdurou por horas (CENIPA, 2009).

O RF do CENIPA, emitido em 2009, concluiu que diversos fatores contribuíram para o acidente do voo JJ3054 da TAM. Ambos os pilotos estavam qualificados e a aeronave estava em condições operacionais adequadas. No entanto, problemas de coordenação e supervisão na empresa operadora, juntamente com falhas na manutenção e comunicação de falhas recorrentes, foram identificados (CENIPA, 2009).

Os fatores mais importantes identificados no relatório incluem a inadequação no treinamento dos pilotos, especialmente a insuficiência do treinamento *Right Seat*

*Certification* para o Segundo em Comando, a falta de supervisão gerencial adequada, que permitiu a formação de tripulações com dois comandantes, e a perda de consciência situacional da tripulação durante os momentos críticos do voo. Além disso, o erro de percepção dos pilotos ao não associar a falta de deflexão dos *ground spoilers* ao posicionamento dos manetes e a influência da regulamentação inadequada, que permitiu a operação da aeronave em Congonhas com um reversor inoperante, contribuíram significativamente para o acidente (CENIPA, 2009).

Os fatores materiais que contribuíram significativamente para o acidente incluem a falha no projeto da aeronave A320-233. Foi constatado que era possível, durante o pouso, posicionar um dos manetes de potência na posição reverso (REV) e o outro na posição cruzeiro (CL) sem um alerta eficiente para os pilotos. Essa condição crítica, sem um dispositivo de segurança que evitasse o posicionamento inadvertido dos manetes, levou a uma resposta inadequada do sistema de controle de potência, priorizando incorretamente o manete em CL e contribuindo diretamente para a ocorrência do acidente (CENIPA, 2009).

Dados do CENIPA revelam uma preocupante tendência. A maior causa de acidentes aeronáuticos está relacionada com o Fator Humano (FH), uma proporção significativa dos acidentes aéreos no Brasil está ligada à manutenção aeronáutica (SIPAER, 2024a).

Nesse contexto, torna-se necessário abordar de forma concentrada e eficaz o FH, principal causador dos acidentes aeronáuticos, de acordo com estudos da *International Civil Aviation Organization* (ICAO). No entanto, a realidade das Organizações de Manutenção (OM) de aeronaves de pequeno porte apresenta desafios relevantes. Muitas dessas empresas de menor porte, regidas pelo Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 145, previsto pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), enfrentam restrições financeiras e uma cultura organizacional que, por vezes, não prioriza investimentos na Segurança Operacional (ANAC, 2024c).

O compartilhamento de dados de Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) e o acesso restrito aos dados, manuais de manutenção às outras organizações são apenas algumas das barreiras que dificultam a análise e a melhoria dos processos de segurança. No entanto, diante das causas dos acidentes aeronáuticos e da necessidade premente de evoluir na segurança operacional, é

fundamental encontrar soluções viáveis e acessíveis para promover uma cultura de segurança eficaz (ANAC, 2024d).

O RBAC n° 145 estabelece os procedimentos para a obtenção de um certificado de organização de manutenção de produtos aeronáuticos, além de detalhar as normas para execução de manutenção, manutenção preventiva e alterações em artigos abrangidos pelo RBAC n° 43, que trata de manutenção, manutenção preventiva, reconstrução e modificação. Este regulamento é aplicável a todos os solicitantes e detentores de um certificado de OM emitido conforme suas disposições, entretanto, este regulamento não define regras quanto a classificação da aeronave como quantidade de assentos ou peso da aeronave (BRASIL, 2013).

De acordo com o Anexo 6 da ICAO, um avião de pequeno porte é definido como uma aeronave com massa máxima certificada de decolagem de 5.700 kg ou menos, enquanto um avião de grande porte é acima de 5.700 kg. Esta definição está especificada na Décima Primeira Edição, publicada em julho de 2018 (ICAO, 2018).

Entretanto, o RBAC n° 135 trata das operações de transporte aéreo público, ele inclui os aviões com até 19 assentos, capacidade de carga paga de até 3.400 kg. Esse regulamento define aplicabilidade de instalações, recursos, equipamentos e ferramentas na manutenção preventiva e alteração na OM, também define regras de reporte, dificuldades de serviço, requisitos de pessoal, requisitos de manutenção, requisitos de manual, supervisão continuada e demais regras (BRASIL, 2010b).

O RBAC n° 121 trata das operações de transporte aéreo público, ele inclui os aviões com mais de 19 assentos, capacidade de carga paga acima de 3.400 kg. Esse regulamento define regras de manutenção preventiva, reparos e modificações na OM, também define acompanhamento de melhoria contínua, programas de aeronavegabilidade, treinamento, pessoal de manutenção, registros e outras regras (BRASIL, 2010a).

O Anexo 19 da ICAO, denominado Gerenciamento da Segurança Operacional, define as normas e orientações para a criação e manutenção de sistemas de gerenciamento de segurança em organizações de aviação civil. Seu objetivo é identificar e reduzir riscos, assegurando a segurança operacional através de um ciclo contínuo de avaliação e aprimoramento (ICAO, 2016).

O Anexo 19 exige que as organizações estabeleçam um Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) com políticas e procedimentos bem definidos, além de responsabilidades claras para a gestão de riscos e

fortalecimento da cultura de segurança. A implementação dessas diretrizes permite que as organizações respondam melhor a incidentes e reduzam a probabilidade de futuros problemas (ICAO, 2016).

Organizações de manutenção regidas pelo RBAC n° 145 definem regras frente aos desafios enfrentados no gerenciamento da segurança operacional. Organizações de manutenção podem sofrer devido à falta de ferramentas adequadas para controle de risco e mitigação de falhas. Este estudo visa desenvolver e construir ferramentas específicas para abordar essas deficiências, com o objetivo de melhorar o controle da matriz de risco, reduzir o Índice de Retrabalho (IR), reduzir o erro, melhorar processos, melhorar a cultura organizacional, aprimorar a qualidade dos Relatórios de Reporte de segurança entre outros (ANAC, 2024b).

Organizações de Manutenção (OM) regidas pelo RBAC n° 145 enfrentam desafios significativos na gestão da Segurança Operacional devido à falta de ferramentas específicas para a gestão de risco. A necessidade de mitigar o erro humano, controlar o Índice de Retrabalho (IR) e melhorar a qualidade dos Relatos de Reporte para garantir um Nível Aceitável de Segurança Operacional (NADSO). Este estudo adota uma abordagem de estudos de caso para compreender os desafios específicos enfrentados por essas organizações e desenvolver soluções práticas (BRASIL, 2013).

Dessa forma o problema de pesquisa visa propor a confecção e otimização de ferramentas para o controle da matriz de risco do gerenciamento da segurança operacional, melhoria de processos de segurança, conscientização em organizações de manutenção de aeronaves de asa fixa (avião), exceto companhia aérea.

No contexto exposto, a motivação dessa dissertação é trabalhar na garantia da Segurança Operacional, bem como a justificativa dessa pesquisa em que o agente causador no desencadeamento de um acidente aeronáutico, poderá responder nas esferas, civil, penal e administrativa. Sendo assim, busca-se mitigar essa ação extrema, com a mitigação do erro humano.

## 1.1 OBJETIVOS

Nesse sentido, o objetivo geral e objetivos específicos desse trabalho serão apresentados para atender à questão de pesquisa proposta.

### 1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver ferramentas para o controle do risco no gerenciamento da segurança operacional em organizações de manutenção de aviões, com exceção das Organizações de Manutenção de companhias aéreas.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

1. Coletar documentos de reporte, analisar dados e informações de Organizações de Manutenção (OM) para desenvolver uma ferramenta em Excel para controle de risco e fontes de Reporte de Perigo.

2. Elaborar uma ferramenta para controle de tolerabilidade digital, em que as ferramentas auxiliam com as ações demandadas com base nos níveis de riscos e sua classificação.

3. Investigar e propor a implementação de ferramentas para controle de *Foreign Object Debris/Damage* (FOD, em português, Objeto Estranho capaz de gerar Danos) e processos em Organizações de Manutenção (OM) utilizando estudos de caso.

4. Apontar possíveis pontos de melhoria para propor ferramentas de gerenciamento de risco/qualidade e implementação da cultura organizacional, com os estudos de caso.

## 1.2 JUSTIFICATIVA PARA RELEVÂNCIA DO TEMA

O número de acidentes e incidentes aeronáuticos relacionados a falhas na manutenção aeronáutica no Brasil foi analisado com base em todas as ocorrências registradas nos Relatórios Finais (RF) disponíveis no site oficial do CENIPA. Apenas os dados atualizados foram utilizados, excluindo-se os de Registro Preliminar (RP). Primeiramente, de forma manual, foram analisados os dados do período de 01/01/2019 a 31/12/2023 para este trabalho e posteriormente os dados foram confrontados com os dados do Painel SIPAER (CENIPA, 2023).

Acidente aeronáutico, segundo o item 1.5.4 da Norma de Sistema NSCA 3-13 do Comando da Aeronáutica (COMAER), é uma ocorrência relacionada à operação de uma aeronave que resulte em morte, lesão grave ou falha estrutural da aeronave. Incidente aeronáutico, segundo o item 1.5.21 da referida NSCA, refere-se à ocorrência

não classificada como acidente, que possa afetar a segurança ou operação de uma aeronave. Já um incidente aeronáutico grave, conforme o item 1.5.22 da mesma NSCA refere-se a um evento operacional com alto risco de acidente, ocorrido entre o embarque e desembarque de pessoas (ou o ciclo de voo no caso de aeronaves não tripuladas), sem resultar em danos catastróficos, mas exigindo investigação detalhada (COMAER, 2017).

O RF trata-se de um documento que tem como propósito oficial apresentar a conclusão da investigação, bem como as Recomendações de Segurança de Voo (RSV) associadas ao acidente. O RP é um documento emitido durante investigações de acidentes ou incidentes aeronáuticos para fornecer informações iniciais até a elaboração do RF e por isso não será utilizado na análise de dados (COMAER, 2012).

Segundo dados da avaliação dos últimos 700 acidentes e incidentes aéreos no Brasil, conduzida pelo CENIPA, demonstrou que o processo de aprovação do RF por parte dos técnicos da Aeronáutica leva, em média, mil dias (Onofre, 2014).

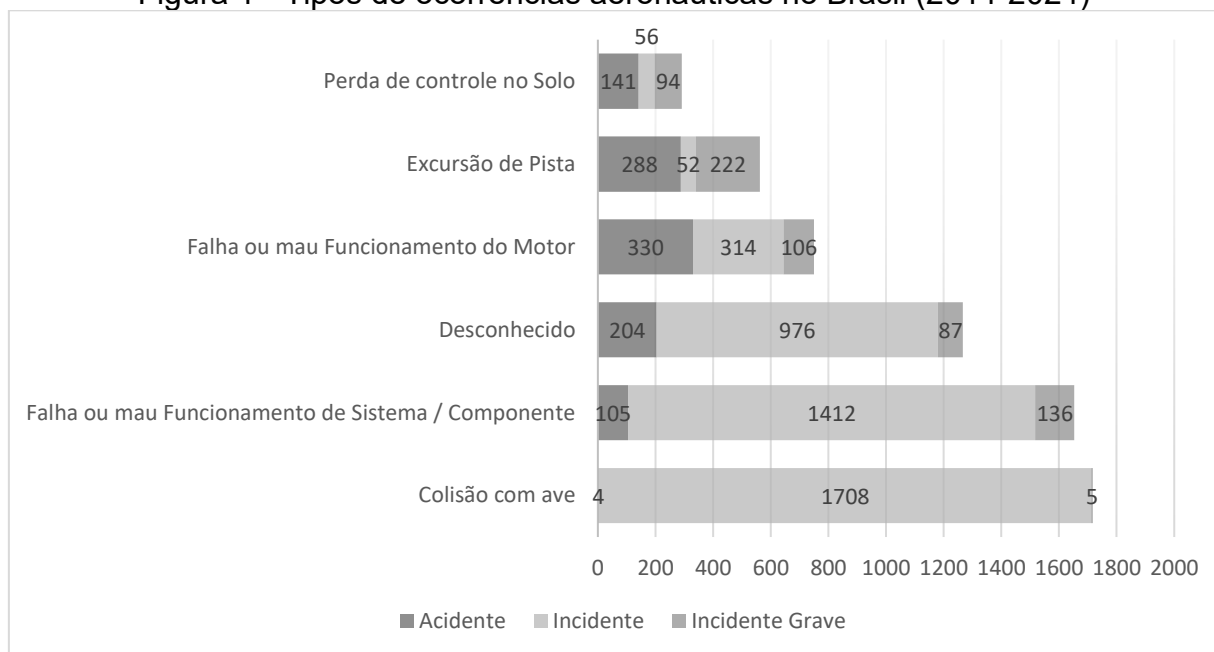
De acordo com os dados extraídos e tratados manualmente dos RF que documentam investigações de acidentes, incidentes graves e incidentes aeronáuticos conduzidas pelo CENIPA, foram identificados 461 relatórios no período de 01/01/2019 a 31/12/2023. Desses, 123 relatórios correspondem a ocorrências relacionadas à falha ou mal Funcionamento de Sistema de Componente (SFC), sendo 111 acidentes, 11 incidentes graves e 1 incidente (CENIPA, 2023).

Dentre esses eventos analisados, 112 são ocorrências relacionadas com manutenção, ou seja, 26,7% do total foi relacionado a questões de falha ou mau funcionamento de sistema ou componente, falha ou mau funcionamento de motor revelando a relevância do presente estudo sobre este tema. É relevante ressaltar que os relatórios produzidos pelo CENIPA não atribuem responsabilidades ou culpa, uma vez que seu objetivo é a prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos (CENIPA, 2023).

Observa-se no gráfico de barras apresentado na Figura 1 (próxima página), que a maior quantidade de ocorrências se relaciona com a colisão de aves com aeronaves, porém, esse agente causador acarretou 4 acidentes, 1708 incidentes e 5 incidentes graves; contudo, a maior gravidade sempre se encontra no acidente. O segundo maior tipo de ocorrência relaciona-se ao SFC, com 105 acidentes, 1412 incidentes e 136 incidentes graves. Contudo, em relação à maior periculosidade, o maior número de

acidentes relaciona-se com Falha ou Mau funcionamento do Motor com 330 ocorrências (SIPAER, 2024a).

Figura 1 - Tipos de ocorrências aeronáuticas no Brasil (2014-2024)



Fonte: Elaborado pelo Autor com dados extraídos de SIPAER (2024).

Este tema é relevante porque a maioria das ocorrências em operações aéreas está relacionada à aviação privada, treinamento de voo e serviços de táxi aéreo, que são objetos de estudo deste trabalho. Nos últimos 10 anos, a maior parte dos acidentes, incidentes e incidentes graves tem ocorrido nessa natureza de aviação. A manutenção dessas aeronaves é realizada pelas Organizações de Manutenção investigadas neste estudo. Os Fatores Humanos (FH) são os principais responsáveis pelas ocorrências em operações aeronáuticas (SIPAER, 2024a).

Nos últimos anos, o Indicador de Desempenho de Segurança Operacional (IDSO) da ANAC tem demonstrado um aumento do Índice de Retrabalho (IR) que será mais bem explicado adiante, havendo um aumento deste índice das OM. As OM enviam dados periodicamente à ANAC para demonstrar seus índices, esses dados não possuem caráter punitivo (ANAC, 2024c).

A manutenção aeronáutica deve ser feita em conformidade com os manuais de fabricante, Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA), Boletins de Serviço (BS), obedecendo as Leis, Regulamentos, Instruções, Resoluções, normas, procedimentos, padrões brasileiros e internacionais (BRASIL, 2018).

Muito embora não tenha relação direta com a manutenção aeronáutica, mas com restrições de operação geradas por uma *Pack* (unidade de ar-condicionamento e pressurização), formação de gelo e perda de controle em voo, ainda em fase de RP, será abordado um importante acidente aeronáutico da Voepass (CENIPA, 2024).

No dia 09 de agosto de 2024 a aeronave ATR72-500 da Voepass, matrícula PS-VPB, decolou às 11:58 (horário local) do aeroporto Adalberto Mendes da Silva (SBCA), Cascavel-PR com destino ao aeroporto Governador André Franco Montoro (SBGR), Guarulhos-SP. Após encontrar condições meteorológicas adversas com formação de gelo que acarretou na perda de controle, a aeronave sofreu um acidente às 16:22 (horário local), caindo em uma área residencial de Vinhedo-SP, ela ficou completamente destruída e levou à morte de 4 tripulantes e 58 passageiros (CENIPA, 2024).

A aeronave estava com a manutenção em dia, Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade válido, no entanto estava com uma das *Packs* inoperante. A tripulação possuía treinamento adequado, os pilotos estavam com as habilitações da aeronave válidas, tinham cumprido treinamentos teóricos e práticos com proficiência de simulador de voo. Todos os tripulantes eram qualificados e estavam com o Certificado Médico Aeronáutico válido (CENIPA, 2024).

Segundo o RP do CENIPA, a aeronave estava com uma *Pack* inoperante, isso deixa a aeronave com o voo limitado, porém, a falha ou mau funcionamento de uma das *Packs* não impede o despacho da aeronave para o voo desde que fossem cumpridas as restrições de operações do equipamento conforme manual, como altitude e abastecimento. A limitação de voo para a *Pack* inoperante, que possui a finalidade de pressurizar e climatizar a aeronave, inclusive sistemas de degelo, é de voar a 17.000 pés, altitude da aeronave naquele momento. Caso a outra *Pack* fique inoperante, a altitude reduz para 10.000 pés (CENIPA, 2024).

Às 15:12 (horário local), os sistemas de anti-gelo de hélices 1 e 2 foram acionados. Às 15:14 (horário local), o detector de gelo eletrônico exibiu um alerta ao cruzar 13.000 pés. Vários alertas e alarmes relacionados ao detector eletrônico de gelo ocorreram ao longo do voo, com o sistema de degelo sendo ligado e desligado em diversas ocasiões (CENIPA, 2024).

A partir das 16:20 (horário local), o sistema de degelo foi ativado pela terceira vez. Às 16:21 (horário local), a aeronave sofreu uma perda de controle, parafuso chato

e colidiu com o solo após um período de instabilidade e vibração. A aeronave apresentou inclinações extremas antes do impacto (CENIPA, 2024).

O Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO) busca a segurança constante, que pode ser definida como o estado em que a possibilidade de danos às pessoas ou propriedades é reduzida e mantida em um nível aceitável, por meio de um processo contínuo de identificação de perigos e gerenciamento de riscos dentro de uma organização, no entanto, erros e falhas humanas ainda continuam a acontecer (ICAO, 2018).

Existem ferramentas capazes de auxiliar tanto a autoridade competente como a OM quanto às condições inseguras, como Relatos de Reporte Mandatórios, Relatos de Reporte Voluntários, ambiente de cultura positivo, treinamento, conscientização, e demais formas que visam contribuir com segurança operacional (BRASIL, 2018).

No entanto, existem estudos que demonstram que o profissional tem medo de reportar, pois acredita que vai ser punido, resultando na identificação de quatro dimensões fundamentais, o silêncio relacional e pró-social (para evitar conflitos), silêncio por medo e defensivo (quando há receio de represálias), silêncio por quiescência/aquiescência (passividade ou conformidade), e silêncio desengajado (quando há falta de interesse). É necessário incentivar a cultura do reporte nas organizações de modo que exista mais dados para analisar, dessa maneira é possível encontrar fatores que dificilmente seriam encontrados (Under, 2021).

Os dados públicos do CENIPA demonstram as causas dos acidentes, incidentes e incidentes graves aeronáuticos, dados públicos da ANAC demonstram IDSO e Métricas de Desempenho da Segurança Operacional (MDSO). Os Relatos de Reporte mandatórios e voluntários enviados ao CENIPA e ANAC não são divulgados, os Relatos de Reporte são sigilosos e ficam em sua base de dados para serem analisados, não sendo possível ter acesso. Já os dados da OM podem ser usados na própria organização (ANAC, 2024c).

Esses dados são essenciais para que o Gestor de Segurança Operacional (GSO) tome ações preventivas, preditivas ou reativas e realize análises de risco. Embora dados como IDSO, MDSO, Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO) sejam importantes, muitas organizações não os divulgam publicamente.

Para este trabalho, estudos de caso em organizações foram necessários. Algumas enfrentam deficiências em ferramentas de segurança operacional devido à

falta de recursos financeiros para investir em tecnologia e treinamento especializado. Isso pode limitar a capacidade de coletar, analisar e usar dados de segurança operacional de maneira eficaz, comprometendo a segurança das operações aeronáuticas.

### 1.3 ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

O trabalho atual está organizado da seguinte maneira:

Capítulo 1: Introduz o tema abordado, apresenta ao leitor o objetivo geral e específicos, o foco da pesquisa, a justificativa do trabalho a relevância do tema que compreende a motivação e justificativa.

Capítulo 2: Oferece uma análise da literatura, por meio de uma revisão documental e bibliográfica baseada em aspectos técnicos relacionados a dados públicos de autoridades aeronáuticas, classificação e definição de aeronaves que executam manutenção, o Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional aplicados às Organizações de Manutenção, ferramentas de controle de risco, avanços científicos na área e acidentes relacionados com manutenção aeronáutica. A pesquisa deste capítulo é documental e bibliográfica.

Capítulo 3: Apresenta, como material, a caracterização das Organizações de Manutenção que foram utilizadas no estudo de caso. Aplicação de ferramentas para índice de tolerabilidade, controle de riscos, controle de FOD, gerenciamento de risco, qualidade e implementação da cultura organizacional como método.

Capítulo 4: Demonstração de resultados obtidos através dos estudos de caso das Organizações de Manutenção, por meio de desenvolvimento de ferramentas para o controle de risco, controle de tolerabilidade, controle de processos, gestão de risco, qualidade e da implementação da cultura organizacional.

Capítulo 5: Expõe as conclusões da pesquisa e possibilidade de realização de trabalhos futuros.

## CAPÍTULO 2

### 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo serão apresentados os conceitos teóricos de manutenção aeronáutica, abordadas as formas de ocorrência de acidentes, incidentes aeronáuticos e outras condições inseguras. Serão discutidas as principais funções dos órgãos reguladores voltados para a aviação civil.

Serão mostradas as definições de aeronave, motores, operações de manutenção como a manutenção deve ser feita, os fundamentos da segurança operacional. Para mais detalhes quanto a compreensão de classificação de aeronaves, estruturas de aeronaves, execução de manutenção, vide Apêndice C.

Diante desse estudo, durante a pesquisa encontrou-se dificuldade em encontrar estudos que relacionam o Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional nas Organizações de Manutenção, portanto demandaram-se em estudos de caso. No entanto, existem dados públicos e legislações que tratam do assunto.

#### 2.1 DADOS PÚBLICOS DE AUTORIDADES AERONÁUTICAS NO BRASIL

As principais autoridades aeronáuticas brasileiras são compreendidas em três importantes instituições, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) vinculado ao CENIPA e a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) (ANAC, 2024c).

O CENIPA é responsável por investigar e prevenir acidentes aéreos, analisando suas causas e propondo medidas para evitar sua ocorrência futura. O CENIPA é o responsável pelo SIPAER, contribuindo para a investigação de acidentes e promovendo a segurança na aviação. As investigações baseiam-se no Anexo 13 da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), que normatiza as leis de aviação internacionais (CENIPA, 2024).

A Lei nº 11.182 de 27 de setembro de 2005, Lei de criação da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) determina o papel da ANAC, de regulação, fiscalização e normatização das atividades aeronáuticas no Brasil, garantindo a segurança e a qualidade dos serviços prestados na aviação civil. A ANAC representa o Brasil junto

aos órgãos internacionais, administra o Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB), concede licenças aos profissionais de aviação civil e suas funções autárquicas (BRASIL, 2005).

Os Relatórios Finais são emitidos pelo CENIPA e demonstram as ocorrências aeronáuticas na aviação civil brasileira, elas podem se dividir entre acidentes, incidentes e incidentes graves. Em relação a aeronaves tripuladas, um incidente pode ocorrer desde o embarque da primeira pessoa com a intenção de realizar um voo até o desembarque de todas as pessoas (COMAER, 2017).

O Relatório Final (RF), segundo o item, 1.5.4 da NSCA 3-13, destinado a comunicar a determinação oficial do SIPAER, embasado nos elementos de pesquisa, análise, determinação e sugestões de segurança relacionadas a uma ocorrência aeronáutica, com o único propósito de evitar futuras ocorrências. Pode ser visto pelos dados quantitativos na Tabela 1 o panorama de ocorrências aeronáuticas, nesta são demonstrados os acidentes, acidentes fatais (quando há morte), fatalidades (número de mortes por acidente) e índices de fatalidades segundo pesquisa até meados de dezembro de 2024 (COMAER, 2017).

| Tabela 1 - Panorama de acidentes aeronáuticos no Brasil (2014-2024) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ano                                                                 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
| <b>Acidente</b>                                                     | 175  | 172  | 164  | 146  | 167  | 150  | 150  | 141  | 137  | 156  | 60   |
| <b>Acidente Fatal</b>                                               | 38   | 47   | 45   | 30   | 39   | 35   | 36   | 26   | 36   | 29   | 16   |
| <b>Fatalidade</b>                                                   | 83   | 79   | 104  | 54   | 81   | 66   | 51   | 58   | 49   | 72   | 29   |
| <b>Índice de Fatalidades</b>                                        | 47,4 | 45,9 | 63,4 | 37   | 48,5 | 44   | 34   | 41   | 35,8 | 46,2 | 48,3 |

Fonte: Adaptada de SIPAER (2024).

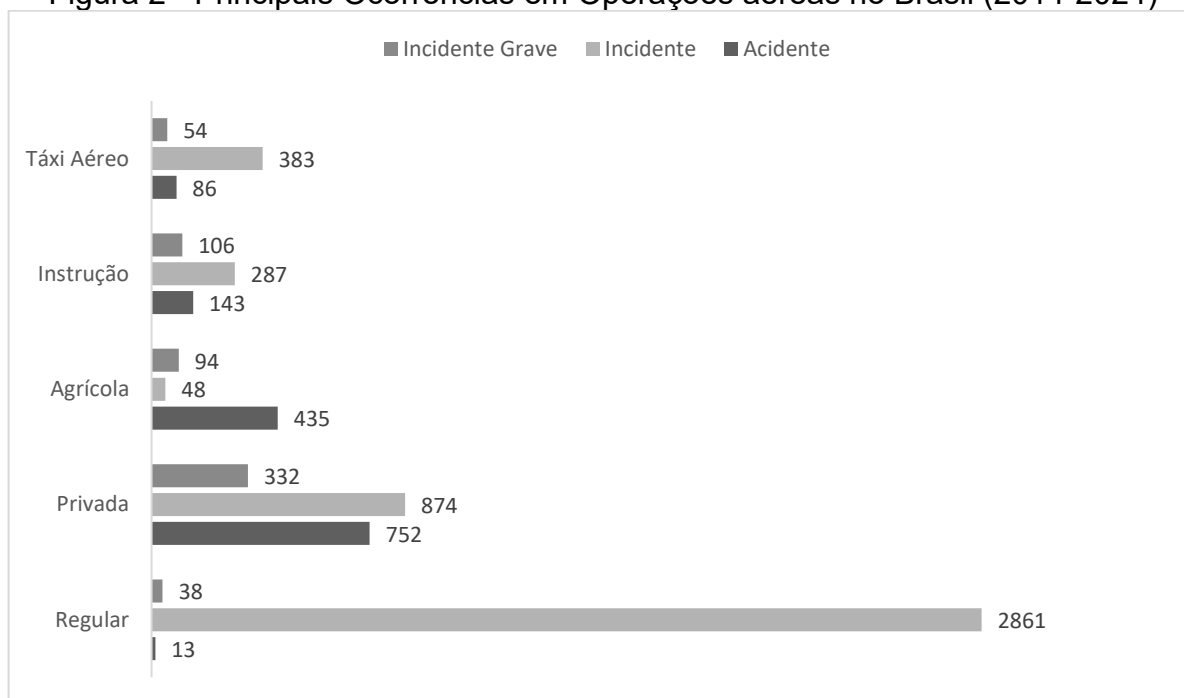
Nos últimos 10 anos ocorreram 1618 acidentes aeronáuticos, 4592 incidentes, 704 incidentes graves, pode ser observado na Tabela 1 que há um aumento no índice de fatalidade de 2019 a 2024. Os três maiores tipos de ocorrência relacionam-se a colisão com ave, mau funcionamento do motor, sistema ou componente, falha do motor em voo (SIPAER, 2024a).

A maior parte das ocorrências se relaciona à colisão com aves, as quais somam um total de 1585 incidentes e 6 incidentes graves. Muito embora o ano de 2024 tenha uma quantidade expressiva de acidentes (175), acidentes graves (74) e incidentes (2425), ainda não são demonstrados na Tabela 1 porque os Relatórios Finais não

foram finalizados até 31 de dezembro de 2024 para serem inseridos na estatística (SIPAER, 2024a).

Em relação ao mau funcionamento do motor, sistema ou componente ocorreu 36 acidentes, 868 incidentes, 21 incidentes graves. Já em relação à falha do motor em voo: 328 acidentes; 240 incidentes; 101 incidentes graves. É possível perceber, em conformidade com a Figura 2, que os maiores números de ocorrência se relacionam com falhas mecânicas, ficando atrás somente da colisão com aves (SIPAER, 2024a).

Figura 2 - Principais Ocorrências em Operações aéreas no Brasil (2014-2024)



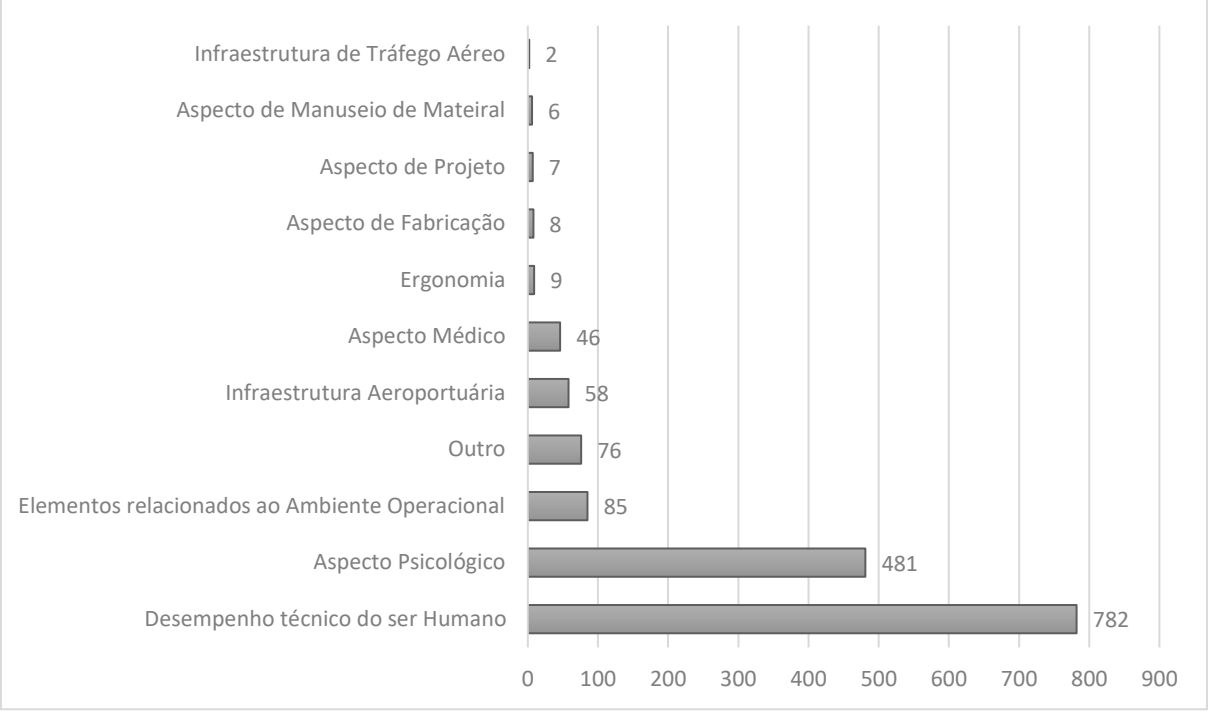
Fonte: Elaborado pelo Autor com dados extraídos de SIPAER (2024).

A maior parte das ocorrências aeronáuticas, que pode ser visto pelo gráfico de barras na Figura 2, está relacionada com a aviação regular, em segundo privada, em seguida de agrícola e instrução de aviação. Elas possuem características de operação de aeronaves que são objeto de estudo nesta dissertação. Existem aspectos do fator contribuinte dividido por áreas das quais fazem parte o Fator Material, Fator Operacional, Fatores Humanos (SIPAER, 2024a).

Pode ser observado pelos dados quantitativos do gráfico na Figura 3 (próxima página) os fatores contribuintes por área nos últimos 10 anos, dentre eles há os

Fatores Materiais, Fatores Operacionais, Fatores Humanos e outros fatores (SIPAER, 2024a).

Figura 3 - Aspectos de fatores contribuintes de acidentes no Brasil (2014-2024)

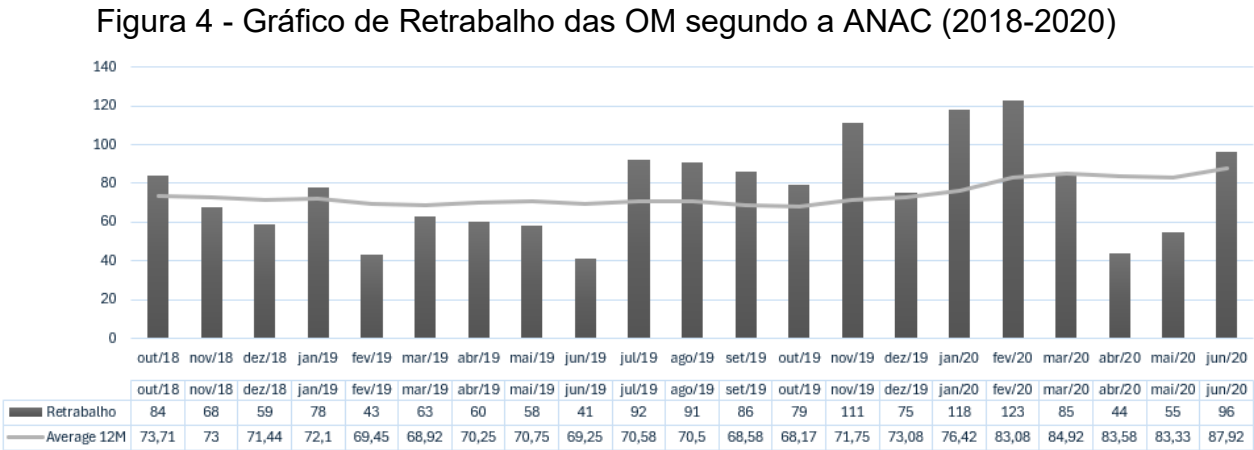


Fonte: Elaborado pelo Autor com dados extraídos de SIPAER (2024).

Além da análise dos Relatórios Finais do CENIPA, uma avaliação adicional sobre o impacto no fator de manutenção aeronáutica nas ocorrências de Indicadores de Desempenho da Segurança Operacional (IDSO) foi realizada com base nos dados disponíveis no site da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) que será mostrado adiante. O impacto no fator de manutenção aeronáutica nas ocorrências é demonstrado pelo Indicador de Desempenho da Segurança Operacional (IDSO) das Oficinas de Manutenção regidas pelo RBAC 145 foi considerado no período de janeiro de 2019 a junho de 2020, a última atualização disponível (ANAC, 2024c).

Nesse contexto, também compreendida no período de janeiro de 2019 a junho de 2020, 26% dos acidentes e incidentes reportados estavam diretamente relacionados à manutenção aeronáutica. Esses dados demonstram claramente a importância de uma investigação aprofundada da manutenção aeronáutica, bem como a necessidade de medidas preventivas e melhorias na segurança operacional dessa área, visando a redução dos acidentes e incidentes (SIPAER, 2024a).

De acordo com a mesma análise, como observa-se no gráfico de colunas (Figura 4), há um aumento no Índice de Retrabalho (IR) das oficinas, que passou de 73.71 em outubro de 2018 para 87.92 em junho de 2020. O IR representa situações em que uma aeronave retorna ao serviço de manutenção após ter passado por intervenções preventivas, preditivas ou corretivas (ANAC, 2024c).



Fonte: Elaborado pelo Autor com dados extraídos da ANAC (2024).

O gráfico de Retrabalho (R) tem aumentado nos últimos anos, para isso é necessário tomar medidas mitigadoras com a finalidade de reduzir Índice de Retrabalho (IR), ou em inglês, *Rework Rate* (RWR), que pode ser visto na Figura 4. O desempenho da segurança operacional nas Organizações de Manutenção (OM) é avaliado por meio do Índice de Retrabalho (IR), de acordo com o projeto SGSO para Todos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Conforme estabelecido na Instrução Suplementar (IS) nº 145.214-001B, subparágrafo 5.6.3.1 (f), as OM têm a obrigação de calcular o IR mensalmente e fornecer seus resultados trimestralmente à ANAC (BRASIL, 2018).

O IR é um indicador importante que reflete o desempenho da segurança operacional, e seu valor de referência atual é determinado com base na última média dos 12 meses anteriores. Os cursores dos medidores indicam tendências relacionadas aos valores do IR e ao volume de retrabalho em relação às médias (ANAC, 2024C).

É importante destacar que a ANAC monitora o desempenho das OM com base no IR, com a finalidade de promover a segurança operacional. Contudo, essa

avaliação não tem caráter punitivo e os valores não são divulgados individualmente (ANAC, 2024c).

## 2.2 DEFINIÇÃO DE AERONAVES E ORGANIZAÇÕES DE MANUTENÇÃO

A definição de aeronave abrange qualquer objeto capaz de elevar-se e movimentar-se no ar, independentemente do método utilizado para obter sustentação. As aeronaves se dividem em duas grandes classes: de aeróstatos e aeródinos, em que maiores informações podem ser consultadas no Apêndice C (Homa, 2009).

Os aeróstatos, mais leves que o ar, exemplificados por balões e dirigíveis, segundo o princípio de Arquimedes, que afirma que todo corpo imerso em um fluido sofre uma força de baixo para cima igual ao peso do volume do fluido deslocado. Os aeródinos são classificados como aeronaves mais pesadas que o ar, como aviões, helicópteros e planadores (Homa, 2009).

Uma Organização de Manutenção (OM), segundo a ANAC, é uma empresa certificada para realizar a manutenção de aeronaves, motores e componentes, seguindo os padrões estabelecidos no RBAC nº 145. Ela deve garantir segurança operacional por meio de infraestrutura adequada, equipe qualificada e conformidade com manuais de fabricante, regulamentos, instruções e normas (ANAC, 2022a).

### 2.2.1 DEFINIÇÃO DE AERONAVES

De acordo com o Anexo 6 da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), a definição de aeronave é qualquer aparelho que possa movimentar-se na atmosfera a partir das reações do ar, além das reações do ar em relação a superfície terrestre. A definição de avião é um aparelho motorizado mais pesado que o ar, cuja sustentação em voo deriva principalmente de reações aerodinâmicas das asas que permanecem fixos sob condições de voo. A definição de avião pequeno é que ele possui massa máxima certificada igual ou inferior a 5.700 kg, enquanto um avião grande possui massa máxima certificada superior a 5.700 kg (ICAO, 2018).

No entanto, conforme as diretrizes estabelecidas pela Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-37 - Serviços de Tráfego Aéreo, as aeronaves são agrupadas em três categorias quanto à esteira de turbulência, as esteiras se dividem em pesada, média e leve com base no peso máximo autorizado para decolagem, a

fim de determinar os intervalos mínimos de separação para evitar turbulências (DECEA, 2020).

As classificações utilizadas no formulário de Plano de Voo para as aeronaves definem-se como pesada, média e leve. A pesada (H) engloba todas as variedades de aeronaves com peso máximo para decolagem de 136.000 kg (300.000 libras) ou superior. A classificação média (M) que inclui as variedades de aeronaves com peso máximo para decolagem inferior a 136.000 kg (300.000 libras) e acima de 7.000 kg (15.500 libras). A classificação leve (L) refere-se às variedades de aeronaves com Peso Máximo para Decolagem (PMD) de 7.000 kg (15.500 libras) ou menos (DECEA, 2020).

As aeronaves no Brasil são categorizadas em Militares e Cíveis. As aeronaves Militares são de propriedade das Forças Armadas, como Exército, Marinha e Aeronáutica. Já as aeronaves Cíveis se dividem em Públicas e Privadas (Soares, 2010).

As aeronaves Públicas são de propriedade da Administração Direta, Federal, Estadual e Municipal. Enquanto isso, as aeronaves Privadas podem ser subdivididas em Serviço Público e Privado (Soares, 2010).

As aeronaves do Serviço Público são utilizadas para o transporte público, serviços especializados, e são de propriedade da Administração Indireta, Federal, Estadual e Municipal. Por outro lado, as aeronaves do Serviço Aéreo Privado são utilizadas para transporte aéreo privado, instrução, treinamento ou para serviços da indústria (Soares, 2010).

As aeronaves privadas brasileiras podem se dividir entre aviões de companhia aérea, aviões e helicópteros de táxi aéreo, aviões e helicópteros de aviação geral, aviões e helicópteros de aviação agrícola; todas as aeronaves precisam ter uma matrícula registrada no RAB e estar aeronavegável.

Na Tabela 2 é possível observar a quantidade de aeronaves civis registradas no Brasil (Soares, 2010). Segundo dados do Registro Aeronáutico Brasileiro disponíveis no site da ANAC até a data de 15 de novembro de 2024, a frota de aeronaves em situação aeronavegável é de 15.499, aeronaves em situação não aeronavegáveis são 5.613, 663 foram matriculadas em 2023 e outras 115 tiveram suas matrículas canceladas no mesmo ano. Os estados do Brasil que possuem a maior quantidade de aeronaves seguem a seguinte ordem: São Paulo com 5.603

aeronaves, Mato Grosso com 1.857 aeronaves, Minas Gerais com 1.766, Goiás com 1.406 aeronaves (ANAC, 2024b).

Tabela 2 - Frota de aeronaves civis brasileiras (2024b)

| Número de aeronaves (ANV) no Brasil | Quantidade |
|-------------------------------------|------------|
| Total de ANV com matrícula no RAB   | 21.110     |
| ANV em situação aeronavegável       | 15.499     |
| ANV em situação não aeronavegável   | 5.613      |
| ANV matriculadas em 2023            | 663        |
| Matrículas canceladas               | 115        |

Fonte: Adaptada de ANAC (2024b).

2.2.2 DEFINIÇÃO DE ORGANIZAÇÕES DE MANUTENÇÃO

Segundo as Especificações Operativas das Organizações de Manutenção Regidas pelo RBAC nº 145, observado na Tabela 3, disponível no site da ANAC, existem 579 OM certificadas no Brasil. 464 são nacionais e 115 são estrangeiras e certificadas em território brasileiro. As certificações permitem que as Organizações de Manutenção possam atuar na manutenção de grupo motopropulsor, hélice, serviços especializados, acessórios, rádio, instrumentos (ANAC, 2024c).

Tabela 3 - Organizações de Manutenção existentes no Brasil (2024)

|                 |                 |                    |
|-----------------|-----------------|--------------------|
| OM certificadas | OM Nacionais    | OM Estrangeiras    |
| 579             | 464             | 115                |
| Bases Totais    | Bases Nacionais | Bases Estrangeiras |
| 776             | 632             | 134                |

Fonte: Adaptada de ANAC (2024c).

Atualmente existem 500 bases certificadas em célula, 346 bases certificadas em motor, 41 bases certificadas em hélice, 262 bases certificadas em serviços especializados, 228 bases certificadas em acessórios, 75 bases certificadas em rádio, 69 bases certificadas em instrumentos (ANAC, 2024c).

Como exposto na Tabela 4 (próxima página) observa-se a quantidade de Organizações em cada estado do Brasil. A maior parte das OM, com exceção das estrangeiras que consta tanto na Tabela 3 como na Tabela 4, concentra-se no estado de São Paulo, com 169 Organizações. Em segundo lugar, o estado de Goiás possui

56 Organizações. Já em terceiro lugar, o estado de Minas Gerais com 45 Organizações (ANAC, 2024c).

Tabela 4 - Quantidade de Organizações de Manutenção por estado no Brasil (2024)

|        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |             |    |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|----|
| Estado | AC | AL | AM | BA | CE | DF | ES | GO | MA | MG | MS | estrangeira |    |
| OM     | 2  | 1  | 9  | 9  | 6  | 4  | 2  | 56 | 2  | 45 | 14 | 115         |    |
| Estado | MT | PA | PB | PE | PI | PR | RJ | RO | RR | RS | SC | SP          | TO |
| OM     | 29 | 9  | 1  | 3  | 1  | 27 | 34 | 1  | 2  | 28 | 6  | 169         | 4  |

Fonte: Adaptado de ANAC (2024c).

De acordo com a legislação aeronáutica, os serviços de manutenção de aeronaves e seus equipamentos devem ser realizados por empresas certificadas pela autoridade de aviação civil, conforme o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 43. Além disso, mecânicos autônomos e operadores aéreos podem realizar manutenções, porém, sob condições específicas e limitações determinadas pela natureza da operação da aeronave. Certas prerrogativas, como a revisão geral de motores e componentes aeronáuticos, são exclusivas das organizações de manutenção certificadas (BRASIL, 2013).

A certificação segundo o RBAC nº 145 concede às organizações de manutenção (OM) a capacidade de executar, subcontratar e aprovar serviços de manutenção, manutenção preventiva e alterações de artigos aeronáuticos. Essas prerrogativas são documentadas no Certificado de Organização de Manutenção (COM) e nas Especificações Operativas (EO), que especificam os tipos de serviços e a complexidade técnica permitida, conforme verificado pela ANAC durante a certificação inicial. A operação deve estar em conformidade com os RBAC nº 43 e nº 145, assegurada por um sistema de controle de qualidade (ANAC, 2022a).

2.3 MANUTENÇÃO AERONÁUTICA

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 145, emenda (EMD) 07, emitido pela ANAC, estabelece os requisitos mínimos para a certificação de Organizações de Manutenção (OM) de produto aeronáutico e assegura que as atividades de manutenção sejam realizadas em conformidade com as normas de segurança operacional. O regulamento estabelece regras de inspeção da manutenção, execução de manutenção, manutenção preventiva ou alteração de

produto aeronáutico. O mesmo regulamento trata sobre Gerenciamento da Segurança Operacional na OM (BRASIL, 2013).

A manutenção preventiva é um conjunto de ações proativas para evitar falhas em equipamentos e garantir a eficiência operacional. Por meio de inspeções regulares e execução de tarefas programadas, essa manutenção busca evitar problemas, como perdas de produção ou altos gastos com reparos. Ao integrar técnicas de monitoramento de condições e diagnóstico de falhas, a manutenção preventiva ajuda a prolongar a vida útil dos equipamentos e reduzir os custos totais de manutenção para a empresa (Tu; Yam; Tse; Sun, 2001).

A manutenção corretiva é um tipo de manutenção que envolve reparos em equipamentos somente quando eles apresentam falhas ou não estão funcionando corretamente. Diferentemente da manutenção preventiva, que visa evitar falhas futuras, a manutenção corretiva é realizada apenas em resposta a problemas já existentes. Isso pode resultar em períodos de inatividade do equipamento, aumento dos custos de mão de obra direta e possíveis atrasos na produção (Moayed; Shell, 2009).

A manutenção preditiva envolve o monitoramento contínuo dos limites de operação de um componente ou subsistema específico. Quando há qualquer sinal de que o componente ou subsistema está se aproximando de uma falha funcional, é necessário removê-lo para manutenção (Machado; Cardoso, 2015).

Algumas das técnicas usadas para realizar a manutenção preditiva incluem o gerenciamento de dados do produto e o gerenciamento do histórico do produto. Essas abordagens permitem uma intervenção proativa, evitando falhas inesperadas e reduzindo o tempo de inatividade dos equipamentos (Machado; Cardoso, 2015).

A manutenção aeronáutica pode ser dividida em duas operações, embora estejam interligadas, possuem particularidades distintas. A primeira tarefa envolve a conservação das aeronaves como um dispositivo singular, enquanto a segunda se refere à manutenção dos elementos utilizados. Essa diferenciação é crucial, pois as operações de conservação seguem regulamentos que exigem habilidade técnica e prevenção de erros humanos (Machado; Cardoso, 2015).

Após ser feita a manutenção em uma aeronave, ela não pode ser comparada exatamente às condições de simulação de voo em simulador, mas sim em condições reais de voo relacionado com o Fator Humano. A prevenção de erros humanos na

manutenção está mais relacionada à qualidade do processo do que à segurança aérea (Machado; Cardoso, 2015).

O cumprimento da programação de manutenção recomendada pelo fabricante do motor é essencial, conforme as fichas de inspeção e as exigências do RBAC. Além disso, todas as atividades de manutenção e inspeção de célula delineadas nas seções do RBAC devem ser atendidas. Em conformidade com o programa de monitoramento de tendências do motor recomendado pelo fabricante. As instruções de manutenção exigidas pelo parágrafo RBAC estão incluídas na programação de manutenção sugerida pelo fabricante da aeronave (ANAC, 2024c).

A título de exemplo, os manuais associados à programação de manutenção e inspeções incluem o Manual de Manutenção da Aeronave, Boletins de Serviço da Aeronave, Manual do motor *Pratt & Whitney*, Boletins de Serviço do motor *Pratt & Whitney*, Boletins de Serviço da *WoodWard*, Boletins de Serviço da *Hartzell* referentes ao modelo e Boletins de Serviço da *McCauley* referentes ao modelo (ANAC, 2024c).

No Brasil, uma Diretriz de Aeronavegabilidade (DA) ou *Airworthiness Directives* (AD) é um documento emitido pela ANAC, que se aplica a aeronaves, motores de aeronaves, hélices e equipamentos, contendo ações de segurança operacional a serem executadas com o intuito de restaurar o nível aceitável de segurança operacional, quando há evidências de que este nível possa estar comprometido (ANAC, 2024c).

O cumprimento da DA, quando aplicável à aeronave, é obrigatório e sujeito a efeitos legais quando não cumprido. A DA é uma diretriz de segurança, quando há um problema recorrente que surge quando a fabricante emite um boletim e a Autoridade Aeronáutica (AA) verifica para emitir a DA (ANAC, 2024c).

As manutenções aeronáuticas são baseadas nos manuais das aeronaves, no manual há o capítulo específico de como deve ser realizada a inspeção e manutenção, por periodicidade exigida pelo fabricante. Podendo ser 50 horas, 100 horas, 200 horas, ainda existem os itens controlados que na maioria das aeronaves encontra-se no Capítulo 5 do manual de manutenção, em outras aeronaves, esse controle fica no Capítulo 2, existem outros itens como os de lubrificação e Diretrizes que precisam ser observados em todas as manutenções. Outro importante capítulo, é o Capítulo 4, que trata das limitações de aeronavegabilidade, todos os itens de risco que estejam vencidos devem ser verificados, caso não passe por inspeção, a aeronave deve ficar retida no solo (ANAC, 2024c).

Tanto a ANAC, como a *Federal Aviation Administration* (FAA) e *European Union Aviation Safety Agency* (EASA) emitem as DA ou AD, elas são obrigatórias quando aplicáveis na manutenção das aeronaves. Após a execução dessa manutenção, é emitida uma Ficha de Cumprimento de Diretriz de Aeronavegabilidade (FCDA), trata-se de um documento emitido pela OM após o cumprimento de uma DA ou AD na manutenção da respectiva aeronave (ANAC, 2024c).

Nesse documento consta o número da DA ou a AD, número da Ordem de Serviço (OS), dados de motor, hélice, célula, componentes, se for aplicável ou não. Nessa FCDA consta se o cumprimento da DA ou AD, se é uma ação final, repetitiva, os métodos de cumprimento, onde foi aplicada, número de horas e ciclos e por fim os resultados após o cumprimento da FCDA (ANAC, 2024c).

A aviação civil no Brasil é regulada pela Lei nº 7.565, conhecida como o Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA). Esta lei estabelece os princípios gerais da aviação civil, incluindo questões relacionadas à segurança, operação e manutenção de aeronaves. Existem diversos regulamentos e procedimentos que devem ser cumpridos pelas Organizações de Manutenção brasileiras (BRASIL, 1986).

O CBA desempenha um papel fundamental na regulamentação das atividades aeronáuticas no país, desde a certificação de aeronaves e profissionais da aviação até os procedimentos de investigação de acidentes aéreos. Garantir a conformidade com as regulamentações do CBA é essencial para manter elevados padrões de qualidade e segurança na manutenção de aeronaves e, assim, assegurar operações aéreas seguras e eficientes (BRASIL, 1986).

A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) emite os Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) que detalham os requisitos legais para a aviação civil. No que tange a manutenção aeronáutica, o RBAC nº 145 é particularmente relevante, uma vez que se concentra em Oficinas de Manutenção Aeronáutica. Este regulamento estabelece as normas e requisitos que essas oficinas devem atender, incluindo procedimentos de certificação, padrões de qualidade e responsabilidades (BRASIL, 2013).

A ANAC emite as Instruções Suplementares (IS) para fornecer orientações adicionais sobre a interpretação e aplicação dos RBAC. No contexto da manutenção de aeronaves, as IS fornecem detalhes específicos sobre práticas recomendadas e requisitos técnicos. A IS detalha os procedimentos que as oficinas de manutenção devem seguir para atender aos padrões da manutenção (BRASIL, 2018).

Os manuais de fabricantes, como o *de Aircraft Maintenance Manual* (AMM, em português, Manual de Manutenção de Aeronave), como o *de Service Repair Manual* (SRM, em português, Manual de Reparo de Aeronaves) e o *Illustrated Parts Catalog* (IPC, em português Catálogo Ilustrado de Partes), desempenham um papel importante na manutenção de aeronaves. Eles fornecem procedimentos detalhados, especificações técnicas e orientações necessárias para garantir que a manutenção seja realizada com precisão e segurança (ANAC, 2024c).

Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA), em algumas situações, a ANAC pode emitir DA específica para oficinas de manutenção, estabelecendo requisitos adicionais e condições operacionais. Esses documentos visam a operação legal e segura de oficinas de manutenção (ANAC, 2024c).

Quanto a manutenção aeronáutica no Brasil, o cumprimento dessas leis, regulamentos, e a adesão aos padrões estabelecidos pelos manuais de fabricantes visam a garantia da segurança operacional e a integridade das aeronaves. A observância dessas regulamentações não apenas promove a segurança aérea, mas também contribui para a manutenção da reputação do Brasil no cenário da aviação civil mundial. Portanto, compreender e seguir essas orientações legais é fundamental para as oficinas de manutenção aeronáutica que operam no país (ANAC, 2024c).

Nem sempre os indicadores de desempenho devem ser usados para sugerir que os colaboradores não estão cumprindo suas funções, mas sim para identificar áreas onde há potencial para melhorias. A aplicação incorreta de sistemas de medição frequentemente resulta em resultados insatisfatórios, geralmente devido à dificuldade das organizações em remover métricas que não representam suas reais necessidades, além do uso inadequado de métodos de medição (Jalham; Issam; Masarweh, 2023).

## 2.4 PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DO GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL

O Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) alcança toda a organização para gerenciar riscos de segurança e garantir a eficácia dos controles de risco. Com práticas e políticas sistemáticas, o SGSO permite a identificação proativa de perigos e o gerenciamento de riscos, sendo uma prática internacional recomendada para a segurança na aviação. A FAA, assim como todos os países

signatários da ICAO, utiliza o SGSO em todo o território Americano para cumprir os requisitos da ICAO e gerenciar operações aéreas e de solo, exigindo sua implementação em segmentos da aviação comercial para garantir operações mais seguras (FAA, 2024).

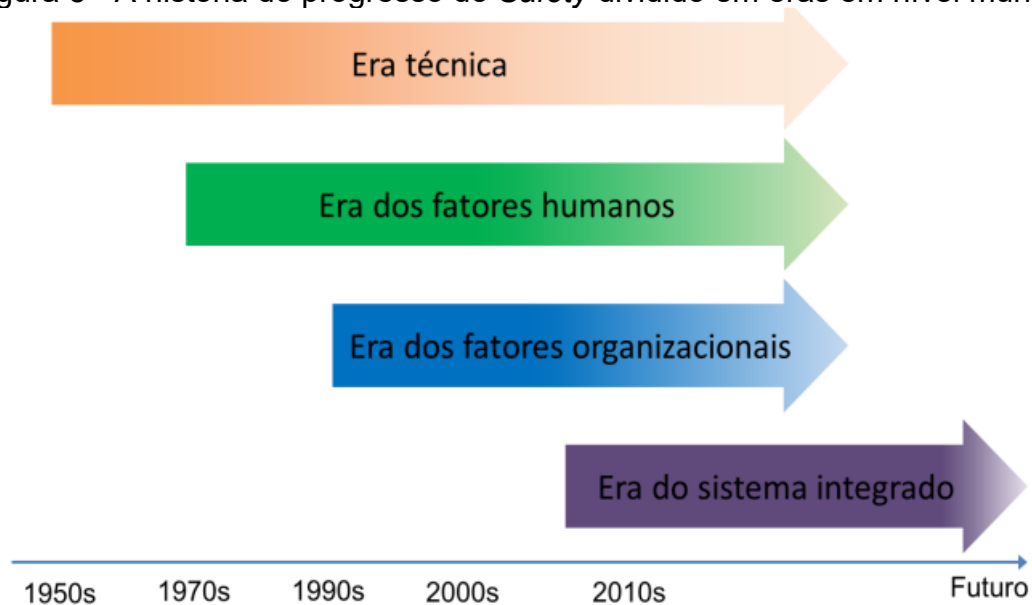
Portanto, a segurança é uma característica do sistema, exigindo uma mitigação contínua dos riscos. A aceitabilidade do desempenho de segurança é influenciada por normas e cultura, mas, desde que os riscos sejam mantidos sob controle, o equilíbrio entre produção e proteção pode ser mantido (ICAO, 2018).

A evolução da segurança na aviação pode ser dividida em três períodos conforme observado na representação esquemática da Figura 5 (próxima página). A era técnica, que vai do início de 1950 até o final dos anos 1970, a era dos fatores humanos, do início dos anos 1970 até meados dos anos 1990, a era organizacional, que vai dos anos 1990 até meados de 2010, a era do sistema integrado iniciou-se em meados de 2010 (ICAO, 2018).

Durante a era técnica, o foco estava na investigação e melhoria dos fatores técnicos para reduzir acidentes. Na era dos fatores humanos, a atenção se voltou para questões como a interface homem/máquina, apesar do contínuo papel do erro humano em acidentes. Finalmente, na era organizacional, a segurança passou a ser vista de forma sistêmica, considerando fatores organizacionais além dos aspectos técnicos e humanos, levando a uma análise proativa ao gerenciamento de riscos de segurança (ICAO, 2018).

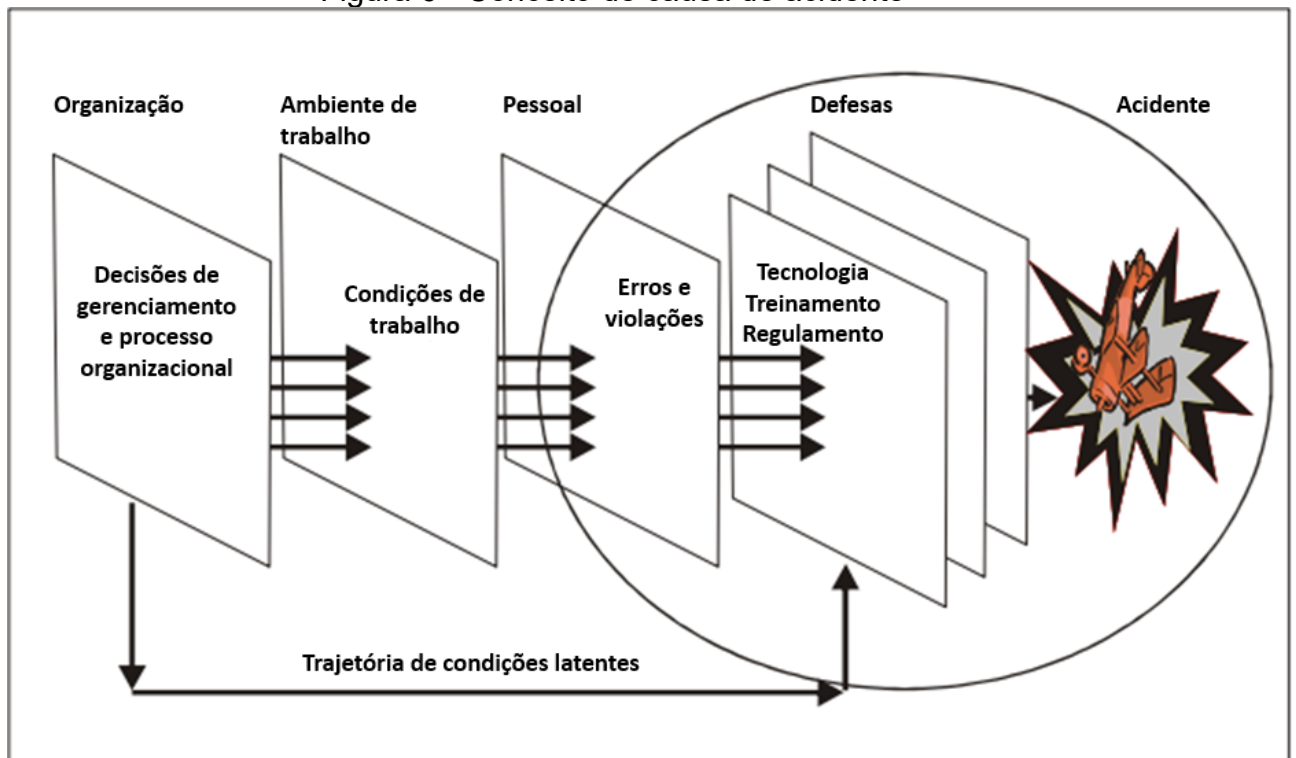
O Modelo Queijo Suíço (ou modelo Reason), observado na representação esquemática da Figura 6 (próxima página), concebido por James Reason, delineia que os acidentes resultam de múltiplas violações/erros das defesas do sistema, que podem ser desencadeadas por falhas técnicas ou erros operacionais. Essas violações/erros, muitas vezes, são o resultado de condições latentes no sistema, as quais podem permanecer dormentes até que circunstâncias específicas as ativem. Falhas ativas, como erros humanos imediatos, e falhas latentes, que existem previamente, são elementos intrínsecos a todo acidente (ICAO, 2018).

Figura 5 - A história do progresso do *Safety* dividido em eras em nível mundial



Fonte: ANAC, adaptado e traduzido de ICAO (2018 p. 2-2).

Figura 6 - Conceito de causa de acidente



Fonte: Adaptado e traduzido de ICAO (2018 p. 2-7).

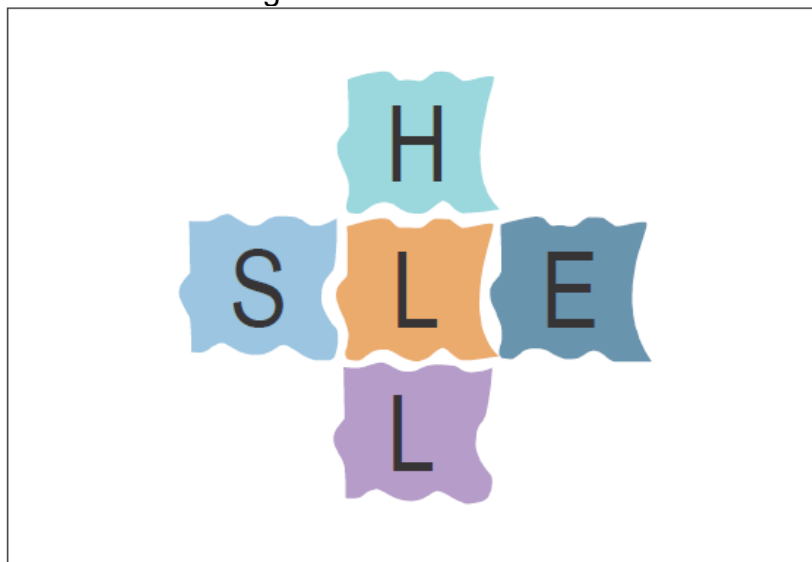
As defesas do sistema de aviação visam proteger contra riscos de segurança, mas falhas que atravessam essas barreiras defensivas podem levar a consequências catastróficas. Portanto, a compreensão e mitigação de condições latentes, como

cultura de segurança deficiente e projetos inadequados, são importantes para a prevenção de acidentes. O Modelo Queijo Suíço ressaltava a importância de abordar não apenas os erros/violações operacionais imediatos, mas também as falhas estruturais e organizacionais que contribuem para a ocorrência de acidentes (ICAO, 2018).

De acordo com o Modelo SHELL, representados na Figura 7 uma incompatibilidade entre o *Liveware* (elemento humano) e os outros quatro componentes contribui para o erro humano, destacando a importância de avaliar e considerar essas interações em todos os setores da aviação. O sistema de aviação inclui fornecedores de produtos e serviços e organizações estatais (ICAO, 2018).

É um sistema que requer uma avaliação da contribuição humana para a segurança e uma compreensão de como o desempenho humano pode ser afetado por seus múltiplos e inter-relacionados componentes. O Modelo SHELL é uma ferramenta conceitual usada para analisar a interação de múltiplos componentes do sistema. A Figura 7 fornece uma representação básica da relação entre os seres humanos e outros componentes do local de trabalho (ICAO, 2018).

Figura 7 - Modelo SHELL



Fonte: ICAO (2018 p. 2-5).

Na Figura 7 o Modelo SHELL mostra seus cinco componentes. O primeiro componente, *Software* (S), representa os procedimentos, ou treinamento, ou suporte, ou sistema. O segundo, *Hardware* (H), representa as máquinas ou equipamentos. O

terceiro componente, *Environment* (E), representa o ambiente de trabalho no qual o restante do sistema L-H-S deve funcionar. Enquanto o quarto, *Liveware* (L), denota seres humanos no local de trabalho (ICAO, 2018).

No centro do modelo SHELL estão os humanos na linha de frente das operações. Embora adaptáveis, os humanos sofrem variações de desempenho e não são padronizados como o hardware. Eles não se integram perfeitamente aos vários componentes do ambiente de trabalho, gerando potenciais tensões que comprometem o desempenho (ICAO, 2018).

O Modelo SHELL facilita a visualização das interfaces entre os componentes do sistema de aviação, como a relação humano-equipamento (L-H), humano-sistemas de suporte (L-S), interações entre pessoas (L-L) e interação humano-ambiente (L-E) (ICAO, 2018).

Segundo Rodeguero e Branco (2015), a segurança das aeronaves no futuro será impactada pela formação e cultura dos funcionários para identificar e evitar erros humanos do que pelo avanço tecnológico. Dados sobre acidentes mostram que cerca de 75-80% dos incidentes e acidentes na aviação são causados por erro humano, com aproximadamente 12% desses relacionados à manutenção. Enquanto erros de pilotos e copilotos são geralmente imediatos e evidentes, os erros de manutenção tendem a ser mais sutis, mas ainda assim podem ser fatais (ICAO, 2018).

Na investigação de acidentes aéreos, dois modelos são frequentemente utilizados para analisar os Fatores Humanos, o Modelo Reason (Figura 6) e Modelo Shell (Figura 7) e o citados anteriormente. O Modelo SHELL é um diagrama que representa os componentes dos Fatores Humanos, incluindo o elemento humano, procedimentos, equipamentos e ambiente de trabalho. Ele destaca quatro tipos principais de interação do elemento humano com seu entorno (ICAO, 1998).

O erro humano na manutenção de aeronaves geralmente se manifesta como uma discrepância não intencional, atribuível às ações ou omissões do técnico de manutenção de aeronaves. Pode ocorrer de duas formas básicas, causando uma discrepância específica durante a tarefa de manutenção ou resultando em uma condição não detectada durante uma inspeção programada. Exemplos incluem instalação incorreta de unidades substituíveis em linha, falha na remoção de uma tampa protetora de uma linha hidráulica ou a ocorrência de rachaduras estruturais não notadas durante uma inspeção visual (ICAO, 1998).

Esse aumento na importância do erro humano é atribuído à crescente complexidade dos sistemas de aviação, que tem sobrecarregado os técnicos de manutenção e destacado a necessidade de considerar as interações entre pessoas e tecnologia para garantir a segurança operacional. A complexidade dos sistemas de aviação tem contribuído para o crescimento da importância do erro humano, refletido em estimativas que apontam para uma contribuição de até 80% para os acidentes (ICAO, 1998).

2.5 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA OPERACIONAL NAS ORGANIZAÇÕES DE MANUTENÇÃO AERONÁUTICA DE AVIÕES, EXCETO COMPANHIAS AÉREAS

A premissa fundamental de qualquer Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO), seja ele implementado por um provedor de serviços ou por uma entidade reguladora, é alcançar níveis aceitáveis de segurança operacional. O SGSO é composto por quatro componentes principais, conforme o quadro 1 (ANAC, 2024d).

Quadro 1 - Os quatro pilares do SGSO

|                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| i) A Política e Objetivos de Segurança Operacional estabelece uma política clara de segurança operacional, define objetivos e metas de segurança, tem o compromisso da alta administração com a segurança, além de definir a estrutura organizacional e responsabilidade. |
| ii) A Garantia da Segurança Operacional monitora e mede o desempenho de segurança, realiza auditorias internas e externas de segurança, investiga incidentes e acidentes, e implementa ações corretivas e preventivas.                                                    |
| iii) O Gerenciamento de Riscos à Segurança Operacional identifica perigos, avalia e analisa riscos, implementa medidas de mitigação, e realiza o monitoramento contínuo dos riscos.                                                                                       |
| iv) A Promoção da Segurança Operacional inclui programas de treinamento e educação em segurança, comunicação interna e externa sobre questões de segurança, promove uma cultura organizacional de segurança, e envolve e compromete todos os níveis da organização.       |

Fonte: Adaptada de ANAC (2024).

O Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) é um padrão reconhecido na aviação mundial e expande-se para além desse setor, abrangendo a gestão da segurança em outras áreas de organizações que lidam com sistemas

complexos. Ele integra o gerenciamento de riscos em conceitos modernos de gestão, assegurando a segurança operacional de forma proativa (ANAC, 2024d).

Seus processos-chave incluem o reporte de eventos de segurança operacional, identificação de perigos, gerenciamento de riscos, medição de desempenho e garantia da segurança operacional (ANAC, 2024d).

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 43 estabelece as regras para a manutenção preventiva, reconstrução e alteração de aeronaves, células, motores, hélices, acessórios, componentes e peças. O regulamento se aplica a qualquer aeronave que possua um certificado de aeronavegabilidade brasileiro, com exceção daquelas para as quais a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) emitiu um certificado de autorização de voo experimental (BRASIL, 2013).

O RBAC nº 43 também se aplica a todas as peças com limite de vida que tenham sido removidas de um produto com certificado de tipo. No caso de aeronaves categoria leve esportiva, os registros de reparos ou alterações não são requeridos para produtos não produzidos segundo uma aprovação da ANAC (BRASIL, 2013).

O RBAC nº 91 estabelece requisitos para a operação de qualquer aeronave civil no Brasil e de aeronaves brasileiras no exterior, além de regular as atividades de pessoas envolvidas com as operações aéreas, como manutenção e alterações de aeronaves. O regulamento também se aplica a qualquer pessoa a bordo de uma aeronave operada de acordo com seus requisitos (BRASIL, 2020).

Empresas aéreas brasileiras, estrangeiras, operadores aéreos privados devem cumprir as exigências deste regulamento, de outros regulamentos complementares e suplementares, se houver. A fiscalização das normas estabelecidas pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) mencionadas no regulamento não é de responsabilidade da ANAC (BRASIL, 2020).

O objetivo principal da Instrução Suplementar (IS) nº 145.214-001 - Revisão B é detalhar critérios e sugestões a serem empregados como abordagens aceitáveis de adesão aos requisitos mencionados no RBAC nº 145 referentes à criação, execução e preservação do SGSO das OM de Produto Aeronáutico que detenham certificações emitidas de acordo com tal regulamento ou que solicitem essa certificação à ANAC (BRASIL, 2018).

Segundo a IS nº 145.214-001, elemento do SGSO requer que as organizações de aviação desenvolvam e mantenham um processo que garanta a monitorização, medição do desempenho da segurança operacional. Esse processo

deve validar a avaliação, controle de riscos à segurança operacional e estar em conformidade com os critérios de escalabilidade estabelecidos na subseção 5.2 (BRASIL, 2018).

O Gestor Responsável (GR) deve estabelecer metas de segurança operacional para alcançar os objetivos da organização. Essas metas devem levar em consideração os recursos disponíveis para implementar ações planejadas em prol da segurança operacional (BRASIL, 2018).

As métricas utilizadas para avaliar o desempenho da segurança operacional devem ser expressas por meio de indicadores, que podem ser qualitativos e/ou quantitativos, baseados em dados e informações relevantes aos objetivos associados a cada um desses indicadores. O desempenho da segurança operacional deve ser avaliado com referência aos indicadores e metas estabelecidos no SGSO da organização (BRASIL, 2018).

O conjunto de indicadores mencionado na alínea (c) deste parágrafo inclui o Índice de Retrabalho (IR), ou em inglês, *Rework Rate* (RWR), que é um aspecto importante em termos de segurança operacional. O IR é definido com base nas alíneas (d) e (e) do subparágrafo D2.8.4, Apêndice D desta IS, e deve ser informado periodicamente à ANAC pela Organização de Manutenção (OM) responsável. O IR consiste no número total de retrabalhos dividido pelo número de Aprovações para Retorno ao Serviço (APRS) ou em inglês, *Return for Service Approval* (RSA), pela própria OM, dividido pelo total de APRS no período considerado (BRASIL, 2018).

Considera-se que o IR pode ser uma indicação de erros ou falhas de manutenção que poderiam ter sido evitados, uma vez que um serviço de retrabalho é uma manutenção destinada a corrigir um problema que aconteceu em um artigo que sofreu previamente um serviço de manutenção, alguns dos desafios estão relacionados aos fatores contribuintes para o IR, podem ser, negligência, imperícia, imprudência (BRASIL, 2018).

A tomada de decisão errônea de Gestores, de agentes envolvidos com a aviação, a falta de conhecimento, a falha em treinamento, a má utilização do *checklist*, a não utilização ou má utilização de relatórios de prevenção, no não obediência de processos, regras, normas, instruções, regulamentações e legislações vigentes são fatores contribuintes para condições inseguras dentro da OM (BRASIL, 2018).

O cálculo do IR deve ser feito mensalmente, utilizando a  $IR = R \div APRS \times 100\%$ , onde R é o número de retrabalhos aferido no mês de referência e

APRS é o número de aprovações para retorno ao serviço aferido no mesmo período. O IR deve estar associado a um objetivo de segurança operacional e a uma meta de segurança operacional definido no Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO) daquela OM, conforme subparágrafo 5.6.1.1, alíneas (d) e (f), respectivamente (BRASIL, 2018).

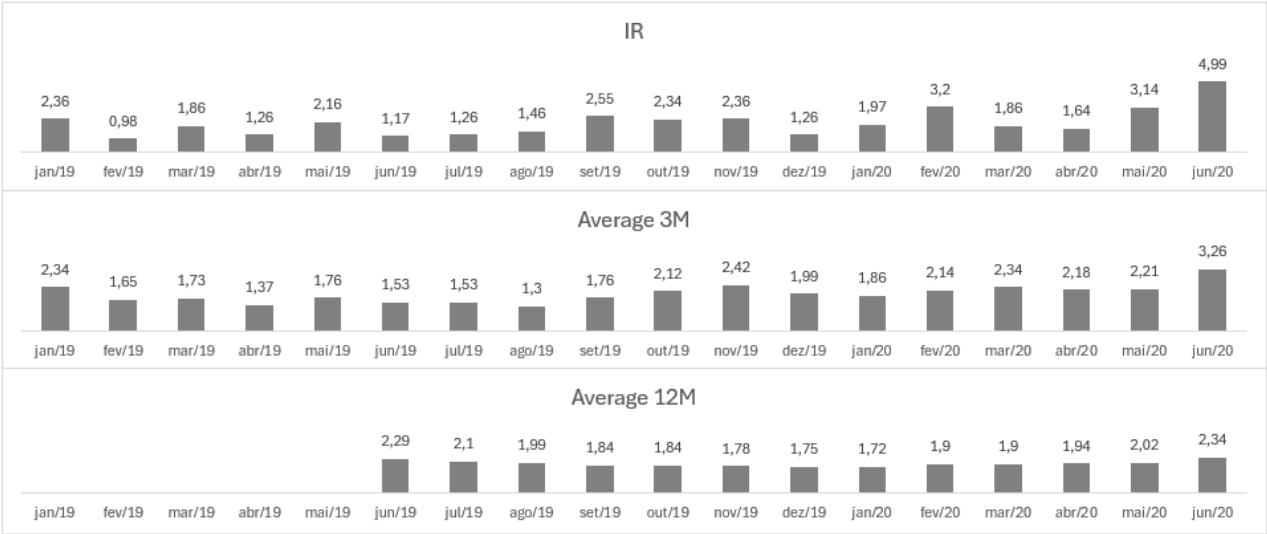
Os valores mensais do IR devem ser comunicados à ANAC a cada três meses, seguindo os meses de referência estabelecidos: abril (para os meses de janeiro, fevereiro e março), julho (para os meses de abril, maio e junho), outubro (para os meses de julho, agosto e setembro) e janeiro (para os meses de outubro, novembro e dezembro). O IR deve ser protocolado e enviado à ANAC até o dia 15 do mês de referência para comunicação, em conjunto com os três últimos resultados apurados, caso haja retificação nos valores devido a informações tardias dos clientes quanto aos retrabalhos (BRASIL, 2018).

Dentro do contexto do programa SGSO para todos, a ANAC estabeleceu IR como o parâmetro de avaliação do desempenho da segurança operacional nas OM. Essa definição foi apresentada no subparágrafo 5.6.3.1 (f) da IS nº 145.214-001B da ANAC (BRASIL, 2018).

Para acompanhar as tendências dos valores do IR e do volume de Retrabalho, o valor de referência atual é baseado na média dos últimos 12 meses do indicador como demonstra a Figura 8. Importante ressaltar que o objetivo do monitoramento do indicador das OM pela ANAC não é punir, e os valores obtidos não serão divulgados de forma individualizada (ANAC, 2024d).

De acordo com a mesma análise, como observa-se na Figura 8 (próxima página), há um aumento no Índice de Retrabalho (IR) das oficinas, que passou de 2,36 para 4,99. O IR representa situações em que uma aeronave retorna ao serviço de manutenção após ter passado por intervenções preventivas, preditivas ou corretivas. No entanto, não há punibilidade em demonstrar o aumento, mas sim quando esse dado é omitido (ANAC, 2024c).

Figura 8 - Gráfico do Índice de Retrabalho da ANAC



Fonte: Elaborado pelo autor com dados extraídos da ANAC (2024).

O Índice de Desempenho da Segurança Operacional (IDSO) leva em consideração os IR dos últimos 12 meses e possui a referência de 2,34% no índice, pode ser observado no gráfico o aumento do IR, o que é ruim para a aviação. Problemas como o mau planejamento de manutenção, má formação de técnicos, comunicação deficiente, falhas nas inspeções, problemas de fornecimento de peças, falta de padronização de procedimentos, desconhecimento de documentação são causadores comuns de retrabalho nas oficinas de manutenção aeronáutica (ANAC, 2024c).

Esses fatores podem levar a erros, omissões, discrepâncias durante a manutenção, resultando na necessidade de retrabalho e correção das falhas identificadas. A identificação e correção desses problemas é essencial para melhorar a eficiência e reduzir o IR. Além do IR, a OM deve enviar os valores totais de retrabalho e do número de APRS no período, utilizando o formato recomendado para a comunicação das informações solicitadas. É importante ressaltar que o acompanhamento do indicador das OM pela ANAC não visa à punição e seus valores não serão divulgados de forma individualizada (ANAC, 2024d).

Por fim, segundo o RBAC nº 145, subitem 211 é recomendável que a OM também acompanhe os processos do Sistema de Controle de Qualidade (SCQ) através de indicadores de desempenho, o que facilitará a tomada de decisões sobre eventuais ações corretivas. Conhecendo o desempenho dos processos do SCQ, será possível compreender o comportamento ao longo do tempo do IR (BRASIL, 2018).

[...] Processo de melhoria contínua do SGSO. A organização deve desenvolver e manter um processo que assegure o monitoramento e a avaliação contínua da eficácia do SGSO, e que seja compatível com os critérios de escalabilidade estabelecidos na subseção 5.2 desta IS, através do uso dos seguintes meios: XII - reavaliação de sua política e objetivos da segurança operacional; XIII - resultados das auditorias internas e externas; XIV - análise de dados da segurança operacional; XV - ações corretivas e preventivas; e XVI - análise crítica dos resultados e impactos obtidos pelo gerenciamento da segurança operacional [...] (BRASIL, 2018, p. 21).

Segundo a IS nº 145.214-001B da ANAC, tem por objetivo apresentar diretrizes e instruções para o processo de certificação de OM de produtos aeronáuticos no Brasil, de acordo com as normas estabelecidas pelo RBAC nº 145. São fornecidos procedimentos e orientações para a realização de serviços de manutenção, manutenção preventiva e alterações, visando garantir a segurança e conformidade das atividades desenvolvidas pelas organizações certificadas junto à ANAC (BRASIL, 2020).

O Responsável Técnico (RT) é um profissional registrado no conselho de fiscalização correspondente e que assume a responsabilidade técnica pelos serviços prestados na OM. Essa responsabilidade está de acordo com as normas estabelecidas pelos conselhos profissionais e com os requisitos adicionais do Apêndice A do RBAC nº 145 (BRASIL, 2020).

O Gestor Responsável (GR), em uma Organização de Manutenção de produtos aeronáuticos, é a pessoa responsável por autorizar ou recusar gastos relacionados às operações, em conformidade com os requisitos regulamentares de segurança operacional. O GR deve ser designado de acordo com os atos constitutivos da organização e assegurar a promoção da política de segurança operacional, bem como garantir que o pessoal cumpra os regulamentos de segurança e que todas as operações sejam conduzidas sob este regulamento. A pessoa designada como GR é aceita pela ANAC e assume a responsabilidade primária pela OM (BRASIL, 2020).

O responsável pelo Gerenciamento da Segurança Operacional (GSO), que é uma pessoa única e identificável dentro da estrutura organizacional da OM, deve atender a critérios específicos para ser designado. Esses critérios incluem: ter acesso direto ao GR, possuir competência, experiência e treinamento estabelecidos pelo

detentor de um certificado de OM para exercer esta função perante a ANAC (BRASIL, 2013).

O GSO deve ter acesso aos dados e informações de segurança operacional necessários para cumprir as responsabilidades previstas neste regulamento. É fundamental que o GSO atenda a esses critérios para garantir que a Gestão de Segurança Operacional seja realizada de maneira eficiente e eficaz (BRASIL, 2013).

O GSO é o principal responsável pelo monitoramento e atualização do MGSO, nesse manual estão contidos procedimentos de política e objetivos da Segurança Operacional, responsabilidades de pessoal da Segurança Operacional, Plano de Resposta à Emergência (PRE) caso aplicável, controle de documentação, processo de identificação de perigos, avaliação de controles e riscos, monitoramento e medição de desempenho da Segurança Operacional, gerenciamento de mudanças, melhoria contínua do SGSO, monitoramento de atividades subcontratadas, promoção da Segurança Operacional, abordagem para Fatores Humanos, Relatos de Reporte Voluntários, atas, formulários, contatos de emergência, entre outros (BRASIL, 2013).

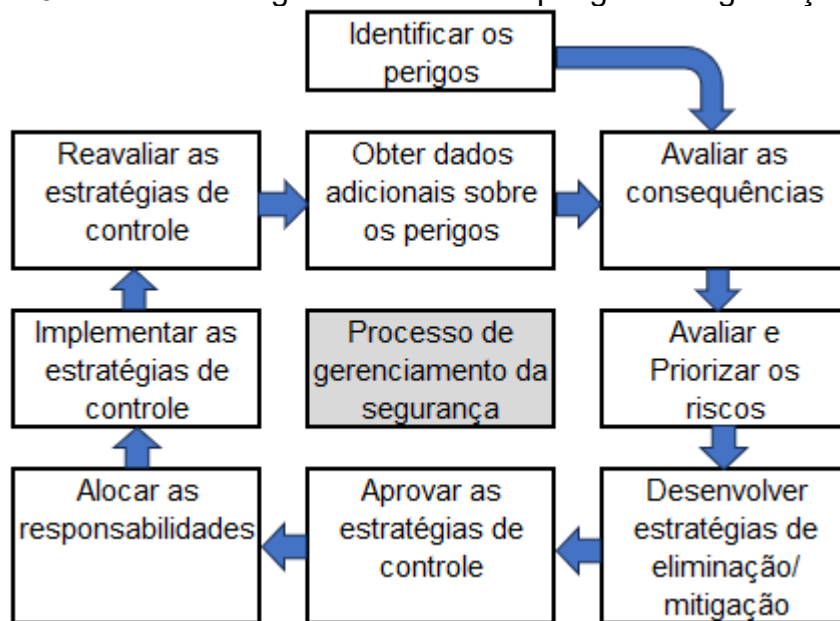
## 2.6 FERRAMENTAS PARA O CONTROLE DE RISCO COM FOCO NA QUALIDADE

Ferramentas de controle de risco em Sistemas de Gestão de Segurança Operacional (SGSO) voltadas para Organizações de Manutenção (OM) são essenciais para garantir a segurança e a conformidade nas operações de manutenção aeronáutica. Estas ferramentas ajudam a identificar, avaliar e mitigar riscos, promovendo uma cultura de segurança e melhorando a eficácia operacional. Algumas das principais ferramentas de controle de risco incluem a identificação de perigos, avaliação de riscos, mitigação de riscos, procedimento de monitoramento e melhoria contínua (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).

O SGSO é um sistema de gerenciamento de riscos, fundamentado nos princípios do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), sendo estruturado de maneira adequada para enfrentar os riscos operacionais. Esse sistema é implementado em um ambiente que valoriza a cultura de segurança operacional, é importante contextualizar esses três conceitos com uma visão geral do Gerenciamento de Risco da Segurança Operacional (GRSO), também conhecido como *Safety Risk Management* (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).

O Gerenciamento de Risco da Segurança Operacional (GRSO) é essencial para garantir a segurança na aviação, como observado na Figura 9. Ele inclui processos fundamentais como a análise de sistemas e tarefas, identificação de perigos, análise e avaliação de riscos, e controle dos riscos. O GRSO deve ser aplicado a projetos iniciais de sistemas, organizações ou produtos, no desenvolvimento de procedimentos operacionais, na identificação de perigos através de auditorias e sistemas de Relatos de Reporte Voluntários, e na gestão de mudanças planejadas, abordando perigos associados a essas mudanças. Esse modelo, conforme descrito pela *Federal Aviation Administration* (FAA) e *International Civil Aviation Organization* (ICAO), visa a assegurar a segurança operacional em todas as fases do ciclo de vida dos sistemas e processos (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).

Figura 9 - Processo de gerenciamento do perigo na Segurança Operacional



Fonte: Construída a partir de Stolzer; Halford; Gogila (2011, p. 118).

Tanto para a FAA como para a ICAO, o processo do GRSO possui três etapas: i) a identificação dos perigos, ii) avaliação dos riscos e o iii) controle dos riscos. A definição dos perigos e riscos são conceitos fundamentais no gerenciamento da segurança operacional (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).

A ICAO define perigo como uma condição ou objeto com o potencial de causar danos ou lesões, enquanto a FAA o considera qualquer condição, evento ou circunstância que pode resultar em acidentes ou incidentes. Já o risco, de acordo com

a ICAO, é a avaliação das consequências de um perigo, considerando a probabilidade e a gravidade de um evento indesejado. A FAA define risco como a combinação da probabilidade de uma ocorrência e a gravidade de suas possíveis consequências. Essas definições ajudam a estruturar os processos de identificação e mitigação de perigos e riscos na aviação (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).

Em toda organização, há oportunidades para aprimoramento por meio das ferramentas da qualidade. As empresas que buscam se desenvolver devem estruturar, organizar e sistematizar suas ações. A falta de coleta de dados precisos pode levar à identificação incorreta de problemas. A implementação de soluções inadequadas pode agravar os problemas existentes e resultar em consequências negativas para a organização (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).

Há diversas ferramentas amplamente reconhecidas e utilizadas na resolução de problemas e no aprimoramento de processos. Essas ferramentas são empregadas por organizações globalmente para melhorar a qualidade. Sete dessas ferramentas são conhecidas como as ferramentas básicas da qualidade, enquanto outras sete são conhecidas como ferramentas de gerenciamento e planejamento (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).

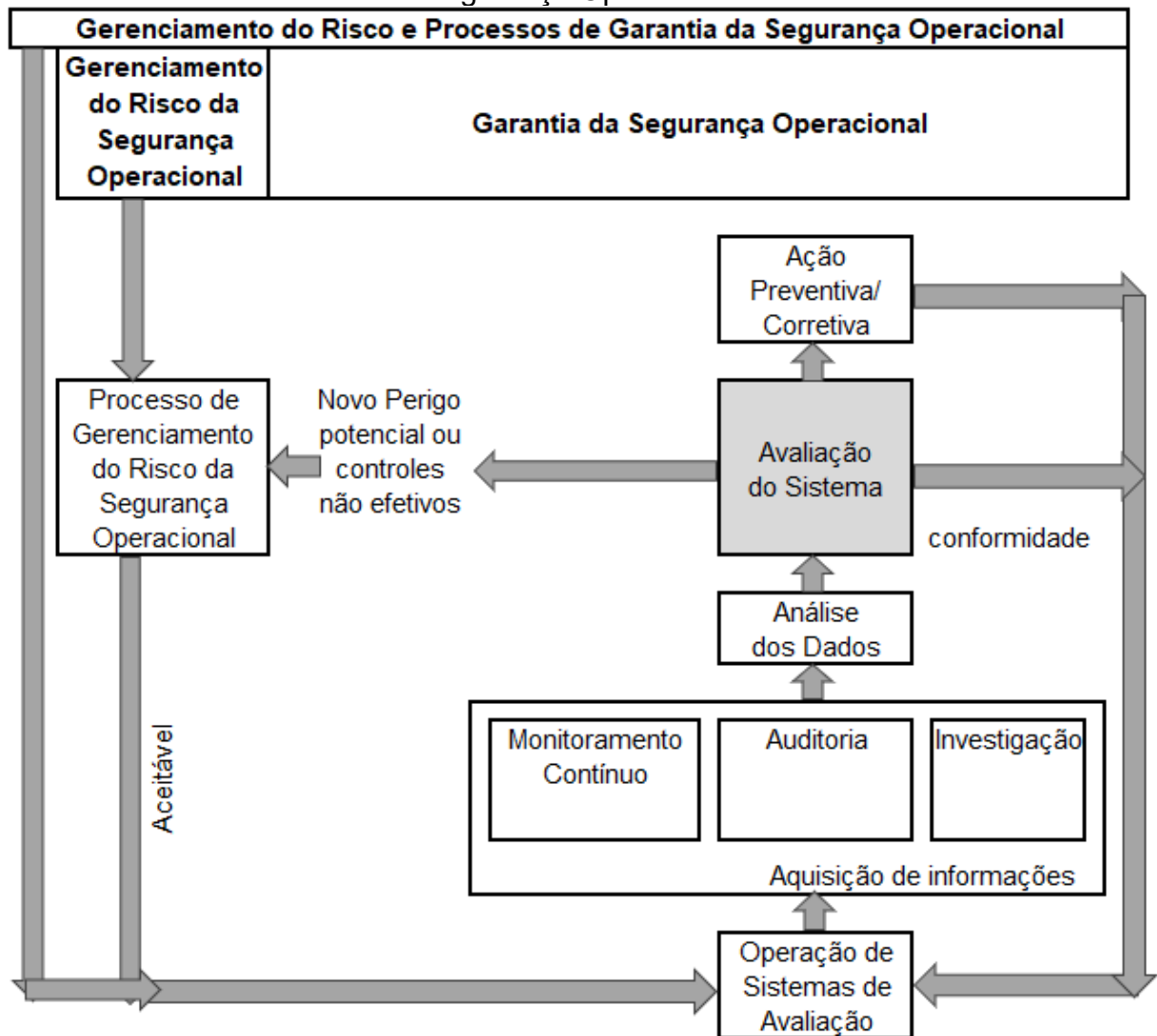
Das ferramentas básicas para a qualidade aplicadas à OM, tem-se os fluxogramas, gráficos de Pareto, diagramas de causa e efeito, gráficos de controle, listas de verificação, diagramas de dispersão e histogramas. Todas essas ferramentas são representações gráficas e são comumente utilizadas no controle de qualidade, a maior utilidade delas é monitorar, rastrear e analisar dados (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).

A utilização das ferramentas básicas da qualidade na garantia da segurança operacional é essencial para manter e melhorar continuamente a segurança dentro de um SGSO. Conforme descrito pela FAA no *Advisory Circular* (AC) nº 120-92, a garantia da segurança operacional envolve a aplicação de processos de garantia da qualidade e avaliação interna para assegurar que o controle de riscos permaneça eficaz e em conformidade com os requisitos estabelecidos. As sete ferramentas básicas da qualidade, especialmente o fluxograma, são amplamente utilizadas para medir a eficácia dos controles de risco (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).

A criação de fluxogramas como demonstrado na Figura 10 (próxima página) ajuda a identificar claramente os pontos de controle dentro de um processo, facilitando a coleta e análise de dados para garantir que os objetivos de segurança sejam

atingidos. Por exemplo, no controle de riscos de falha ou mau funcionamento do motor, sistema, componente na manutenção aeronáutica, condições inseguras, os fluxogramas podem esclarecer onde estão os controles e como medir sua eficácia, proporcionando uma base para auditorias e melhorias contínuas (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).

Figura 10 - Fluxograma dos processos de gerenciamento do risco e garantia da Segurança Operacional



Fonte: Construída a partir de Stolzer; Halford; Gogila (2011, p. 82).

Observa-se na Figura 11 (página seguinte) o diagrama de afinidade aplicado à organização. Para fortalecer a segurança operacional em uma organização de manutenção, é necessário investir em treinamento contínuo, como cursos de segurança e proficiência em ferramentas de qualidade. Atualizar o sistema de

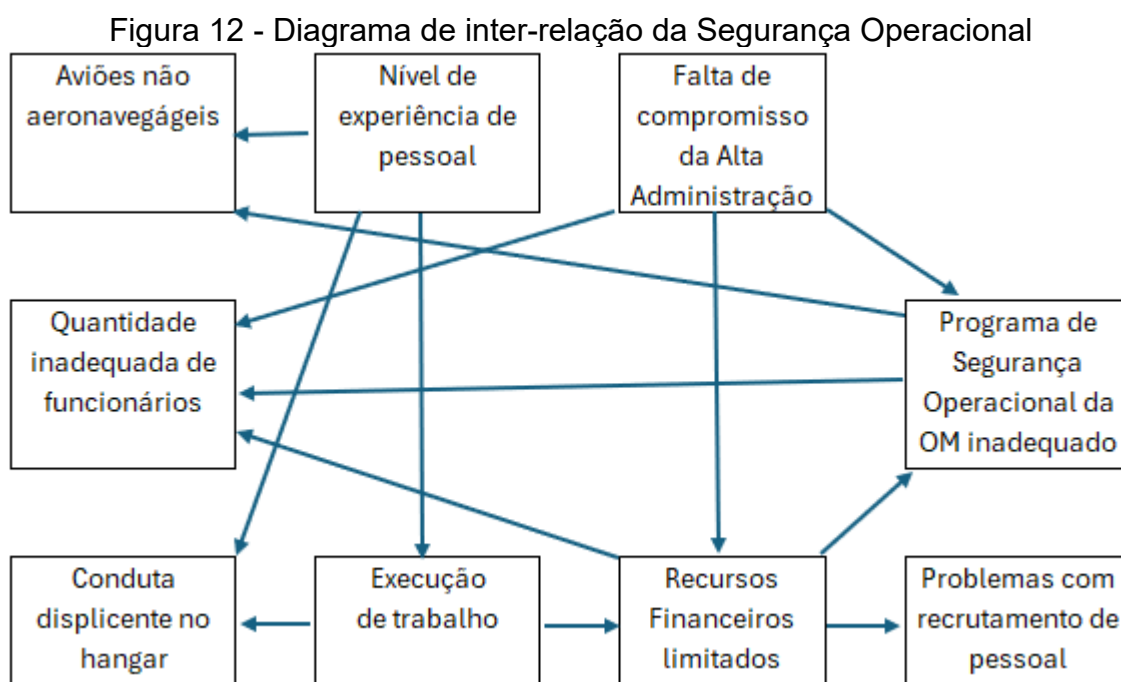
planejamento de manutenção e adquirir equipamentos de diagnóstico ajudam na detecção precoce de falhas. Além disso, designar um Oficial de Segurança Operacional e realizar avaliações regulares das políticas de segurança garantem a eficácia das práticas e a melhoria contínua (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).

Figura 11 - Diagrama de afinidade da Segurança Operacional



Fonte: Adaptado de Stolzer; Halford; Gogila (2011, p. 86).

Um Diagrama de inter-relação, observado na Figura 12, demonstra as conexões que existem entre questões críticas. É frequentemente empregado para ilustrar as relações entre os grupos gerados em um processo de diagramação de afinidades. As conexões são indicadas desenhando uma seta desde o item que é a causa até o item que sofre o efeito (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).



Fonte: Adaptado de Stolzer; Halford; Gogila (2011, p. 87).

O diagrama acima (Figura 12) pode ser usado para explorar os problemas relacionados com a Segurança Operacional dentro da Organização de Manutenção. Nele podem ser usadas linhas tracejadas para conexões fracas e linhas contínuas finas e grossas para indicar, progressivamente, conexões mais fortes (Stolzer; Halford; Gogila, 2011).

## 2.7 ANÁLISE DE ACIDENTES RELACIONADOS COM FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DO MOTOR (SFC) E RECOMENDAÇÕES

No dia 23 de março de 2022 o avião de matrícula PT-EZD que decolou do aeródromo de Balsas (SBBS) com destino ao Aeródromo Nacional de Aviação (SBNV), sofreu um acidente por conta de Falha ou Mau Funcionamento do Motor

(SFC-PP). Abordo da aeronave havia 1 tripulante e 1 passageiro, em que eles sofreram lesões leves e a aeronave sofreu danos substanciais (CENIPA, 2023).

Após à decolagem o avião de matrícula PT-EZD apresentou, de forma repentina uma falha no motor esquerdo, rapidamente perdeu altitude e colidiu contra o solo, destruindo completamente a aeronave. Constatou-se que os registros das cadernetas de célula, motores e hélices estavam desatualizados, a aeronave caiu devido a uma falha de magneto do motor esquerdo, em que foi detectado desgaste excessivo em seus platinados, sendo que o feltro estava deteriorado (CENIPA, 2023).

Após a análise do acidente do avião de matrícula PT-EZD a recomendação do CENIPA à ANAC é de que se atue junto à Organização de Manutenção (OM) no intuito de assegurar a correção dos processos de manutenção, observando fielmente os requisitos estabelecidos pela ANAC, afetas aos registros primários de manutenção (SIPAER, 2024c).

No dia 21 de março de 2022 o avião de matrícula PT-BOK decolou do Aeródromo Estadual de Arthur Siqueira (SBBP), em Bragança Paulista, para realizar um voo local de instrução. O voo transcorria em condições visuais até que 10 minutos após a aeronave decolar, apresentou forte vibração e perda de performance do motor, a aeronave fez um pouso forçado em área descampada e teve danos. O tipo de acidente ocorreu por conta de SFC-PP. A bordo da aeronave havia 2 tripulantes, em que sofreram lesões graves, e a aeronave sofreu danos substanciais (CENIPA, 2023).

Fatores contribuintes para as causas do acidente foram a troca de componentes, falta de organização e falhas mecânicas. As hélices foram removidas da aeronave PT-DCW e instalada na aeronave PT-BOK, sendo que as manutenções das hélices não tinham sido realizadas e não foi possível constatar se a hélice foi revisada. As cadernetas de célula, motor e hélice estavam desatualizadas. Uma das pás de hélice fraturou em voo e ocasionou a perda de performance e vibração durante o voo (CENIPA, 2023).

Após a análise do acidente do avião de matrícula PT-BOK, a recomendação do CENIPA à ANAC é de atuar junto a OM a fim de assegurar os processos gerenciais, que sejam pautados na regulamentação em vigor, de forma a assegurar a conformidade dos seus procedimentos de manutenção. Deve-se atuar junto ao Centro de Instrução de Aviação Civil (CIAC) de modo que fique assegurado que os critérios de manutenção dos limites de peso e balanceamento de suas aeronaves estejam em conformidade com a regulamentação em vigor (SIPAER, 2024c).

No dia 10 de agosto de 2021 a aeronave de matrícula PP-GAS decolou do Aeródromo de Aplicação Agrícola (SSPO), Itaporã-MS, para o Aeroclube de Dourados (SSIC), Dourados-MS, o avião sofreu um acidente por conta de SFC-PP. A aeronave teve danos substanciais e o único tripulante saiu ileso do acidente (CENIPA, 2023).

Durante a decolagem o motor do PP-GAS apresentou perda de potência, o tripulante fez um pouso de emergência em frente à pista de SSPO, depois do toque irregular a aeronave pilonou (colisão do nariz com o solo). Após análise, constatou-se que as velas 2 e 4 apresentaram contaminação em seus eletrodos, essa condição contribuiu para a falha do motor (CENIPA, 2023).

Na caderneta de motor do avião PP-GAS foi constatado o registro de manutenção de 50 horas por técnico habilitado sete dias antes da ocorrência. De acordo com o manual da fabricante, o tratamento a ser realizado nas velas de ignição. As velas devem ser removidas, testadas, executada limpeza, secagem e sua reinstalação (CENIPA, 2023).

O mecânico deve certificar-se de que as conexões estejam ajustadas. No manual, a inspeção de 100 horas definia que todos os itens constantes na inspeção de 50 horas deveriam ser executados (CENIPA, 2023).

O Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO) do CIAC previa que o GSO era o responsável por monitorar a efetividade dos controles de risco da segurança operacional, bem como facilitar a identificação de perigos e a análise de risco à segurança operacional. A avaliação de risco deveria ser registrada e documentada, no entanto, nenhum registro relacionado à segurança operacional foi apresentado à comissão de investigação (CENIPA, 2023).

Após a análise do acidente do avião de matrícula PP-GAS a recomendação do CENIPA à ANAC é de atuar junto ao CIAC a fim de que aquele Centro de Instrução aprimore seus mecanismos de acompanhamento e supervisão de todas as inspeções, revisões relacionadas à manutenção de suas aeronaves, sejam elas realizadas em OM contratadas ou por mecânicos habilitados. O CIAC deve divulgar ensinamentos colhidos nesta investigação aos demais CIAC que operam o mesmo modelo de aeronave (SIPAER, 2024c).

Em 02 de novembro de 2012 a aeronave de matrícula PR-BRO decolou do Aeródromo Nacional de Aviação (SBNV) para fazer um voo de instrução local, sofreu um acidente por conta de Falha ou Mau funcionamento do Motor (SFC-PP). O SFC foi ocasionado por mau funcionamento do carburador enquanto a aeronave estava em

ângulo de arfagem (aproximadamente  $+70^\circ$ ), não sendo possível a injeção de combustível para ser succionado para o motor. Não foi localizada nenhuma recomendação pelo SIPAER para o caso da matrícula PR-BRO (CENIPA, 2023).

## 2.8 PESQUISAS CIENTÍFICAS NA ÁREA

Nas seções anteriores desta fundamentação teórica, para embasar as análises e discussão desse trabalho, o estado da arte compreende informações obtidas após uma ampla pesquisa documental e bibliográfica. Recorreu-se a uma ampla gama de fontes confiáveis, incluindo documentos técnicos e regulações (Anexo da ICAO, Lei, RBAC, IS, AD da FAA, DA da ANAC, Boletins), e fontes bibliográficas, tais como livros especializados em aviação e artigos acadêmicos em periódicos.

Contudo, uma revisão bibliográfica da literatura na base de dados Scopus com as palavras-chave *“Human Factors” AND “Safety Management System” AND “Maintenance Organizations”* foi realizada no período de janeiro a junho de 2024, e após a exclusão de artigos científicos não relacionados ao tema, um total de 10 artigos em periódicos indexados foram selecionados para a revisão.

A Tabela 5 (próxima página) apresenta o título dos trabalhos, ano de publicação, número de citações de cada artigo no momento do seu *download* e o índice *Journal Citation Reports* (JCR), em português, denominado de relatórios de citações de periódicos de artigos na base Scopus.

A seguir, uma síntese de cada artigo científico (Tabela 5) é apresentada. No entanto, ressalta-se que esta abordagem assegura uma compreensão embasada nos princípios e práticas essenciais relacionados à manutenção e à confiabilidade na aviação. Entretanto, há uma carência significativa de artigos científicos que explorem de forma detalhada o Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional voltados para organizações de manutenção.

Um estudo sobre sistemas de gestão de segurança e cultura de segurança em organizações de manutenção de aeronave foi realizado, neste estudo, analisou-se documentos, foram feitas entrevistas qualitativas, realizadas pesquisas de clima de segurança e atitudes de segurança para entender como diferentes organizações gerenciam a segurança em suas operações (McDonald; Corrigan; Daly; Cromie, 2000).

Este estudo propôs um modelo híbrido de sistema de gestão da segurança, integrando elementos de um guia prático para gestão de segurança da *Health and Safety Executive* (HSE, 1991) e os componentes principais de cultura de segurança conforme Pidgeon e O'Leary (1994). A pesquisa foi conduzida em quatro organizações de manutenção aeronáutica, utilizando análise documental, entrevistas qualitativas, e questionários sobre clima e atitudes de segurança, resposta a incidentes e conformidade com procedimentos. Os resultados mostraram que o modelo foi eficaz para diferenciar os sistemas de gestão da segurança das organizações, destacando a importância dos aspectos humanos e organizacionais de segurança (McDonald; Corrigan; Daly; Cromie, 2000).

Tabela 5 - Título dos trabalhos, ano de publicação, número de citações de cada artigo, índice JCR de artigos na base Scopus (2000-2021)

| Título do artigo                                                                                                                                                  | ano  | citações | JCR  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|------|
| <i>Safety management systems and safety culture in aircraft maintenance organisations</i>                                                                         | 2000 | 201      | 3,4  |
| <i>Perceptions of safety management and safety culture in the aviation industry in New Zealand</i>                                                                | 2004 | 75       | 1,62 |
| <i>Error Prevention as Developed in Airlines</i>                                                                                                                  | 2008 | 32       | 0,7  |
| <i>A performance improvement case study in aircraft maintenance and its implications for hazard identification</i>                                                | 2010 | 45       | 0,81 |
| <i>A study of challenges to the success of the safety management system in aircraft maintenance organizations in Turkey</i>                                       | 2014 | 42       | 1,53 |
| <i>A qualitative study on the exploration of challenges to the implementation of the Safety Management System in aircraft maintenance organizations in Turkey</i> | 2015 | 21       | 0,47 |
| <i>Skills management in the optimization of aircraft maintenance processes</i>                                                                                    | 2017 | 7        | 0,87 |
| <i>Investigating the moderating effects of multi group on safety performance: The case of civil aviation</i>                                                      | 2019 | 14       | 0,89 |
| <i>Use of a nominal group technique in the exploration of safety hazards arising from the outsourcing of aircraft maintenance</i>                                 | 2019 | 22       | 1,65 |
| <i>Silence in Aviation: Development and Validation of a Tool to Measure Reasons for Aircraft Maintenance Staff not Reporting</i>                                  | 2021 | 6        | 0,46 |

Fonte: Elaborado pelo Autor com dados extraídos da plataforma Scopus (2024).

As entrevistas com gestores e os questionários de clima de segurança e incidentes revelaram consistência em identificar as diferenças nos sistemas de gestão da segurança entre as organizações. No entanto, as medidas de conformidade com

procedimentos e atitudes de segurança não apresentaram diferenças significativas entre as empresas, indicando uma subcultura profissional homogênea entre os técnicos de manutenção aeronáutica. Diferenças foram observadas entre grupos ocupacionais, sugerindo uma noção diferenciada de cultura de segurança, com a subcultura profissional mediando os efeitos dos sistemas de gestão da segurança (McDonald; Corrigan; Daly; Cromie, 2000).

A pesquisa sugere que a cultura de segurança nas organizações de manutenção é influenciada por subculturas profissionais, tornando difícil inferir os impactos diretos nos níveis de segurança. A análise futura buscará aprofundar a relação entre os sistemas de gestão da segurança e as partes interessadas, como fabricantes de aeronaves e autoridades de aviação, para uma avaliação mais completa (McDonald; Corrigan; Daly; Cromie, 2000).

O estudo revela que, no setor de manutenção de aeronaves, os engenheiros percebem a implementação de práticas de segurança positiva e a educação em segurança como os principais fatores para garantir a segurança operacional. Esta ênfase em práticas de segurança e adesão a procedimentos regulatórios é importante, especialmente considerando que deficiências na inspeção e manutenção representam uma proporção significativa dos acidentes aeronáuticos. Em contraste, setores como controle de tráfego aéreo e aviação geral destacam a responsabilidade individual pela segurança como um fator crucial, refletindo a importância das decisões individuais e a necessidade de informações precisas e julgamentos criteriosos (Gill; Shergill, 2004).

Uma análise evidencia que, fora do setor de manutenção de aeronaves, há uma falta de ênfase em gestão de segurança, treinamento e tomada de decisão, possivelmente devido a restrições de recursos ou uma percepção inadequada da importância desses componentes. A contribuição das autoridades regulatórias é considerada importante para assegurar que normas e políticas de segurança sejam seguidas, destacando a necessidade de uma colaboração mais estreita entre as organizações e os reguladores para melhorar a segurança geral na aviação (Gill; Shergill, 2004).

A transformação da abordagem de segurança na aviação sobre a prevenção de erros desenvolvida em companhias aéreas vem passando de uma postura reativa para uma estratégia proativa. Ao longo dos anos, a indústria aérea tem enfrentado

desafios significativos em relação à segurança, dada a natureza de alto risco das operações aéreas (Logan, 2008).

No entanto, por meio de parcerias entre operadores aéreos, reguladores e sindicatos de trabalhadores, foram desenvolvidos programas voluntários de segurança, como o *Aviation Safety Action Partnership* (ASAP) e o *Flight Operational Quality Assurance* (FOQA), que incentivam o Relatos de Reporte de eventos de segurança sem medo de retaliação (Logan, 2008).

Além disso, a introdução de *Safety Management System* (SMS) proporciona uma abordagem melhor para identificar e mitigar riscos de segurança. Esses esforços colaborativos e as iniciativas proativas visam aprimorar continuamente a segurança na aviação, com o objetivo final de alcançar uma meta de zero acidentes (Logan, 2008).

O estudo sobre a melhoria de desempenho na manutenção de aeronaves revela a importância de dedicar tempo fora das operações diárias para o desenvolvimento da confiança entre os membros das equipes envolvidas. Apesar de um período inicial de integração para a equipe de melhoria, que facilitou a colaboração entre pessoas de diferentes áreas, a mesma abordagem não foi aplicada a um nível mais amplo entre departamentos (Ward; McDonald; Morrison; Gaynor; Nugent, 2010).

A falta de compreensão mútua sobre as funções e a integração entre áreas prejudicou o progresso do projeto. A ausência de uma avaliação externa regular e uma reflexão contínua durante o processo resultaram em um esforço mais intensivo e menos eficaz, aumentando a complexidade da iniciativa (Ward; McDonald; Morrison; Gaynor; Nugent, 2010).

Um aspecto importante foi o aumento dos relatórios sobre problemas que anteriormente não eram registrados. Em particular, a cultura de reporte voluntário de erros e falhas em manutenção tem sido historicamente baixa em comparação com as operações de voo. A análise das práticas de reporte, como demonstrado no estudo, revela que a confiança na capacidade de resolver problemas e a criação de uma cultura de justiça são cruciais para melhorar o relatório de erros e a segurança (Ward; McDonald; Morrison; Gaynor; Nugent, 2010).

O modelo de dez etapas emergente a partir do projeto Human Integration into the Lifecycle of Aviation Systems (HILAS, em português, Integração Humana no Ciclo de Vida dos Sistemas de Aviação) destaca a necessidade de uma avaliação contínua para apoiar mudanças organizacionais efetivas. Esse modelo, ainda em fase de

testes, visa melhorar a prontidão das organizações para mudanças sistêmicas. A implementação de processos como o bloqueio e a resolução de obstáculos mostrou-se benéfica para identificar e abordar problemas que podem afetar a segurança e a eficiência. A abordagem também enfatiza a importância de um sistema de memória organizacional para análise quantitativa dos riscos, facilitando a melhoria contínua das operações e a segurança (Ward; McDonald; Morrison; Gaynor; Nugent, 2010).

A implementação bem-sucedida do *Safety Management System* (SMS) na aviação é essencial para garantir a segurança de voo. Um estudo sobre desafios para o sucesso do SMS em organizações de manutenções de aeronaves tem sido objeto de uma pesquisa realizada na Turquia (Gerede, 2014).

Problemas como o medo de punição, deficiências no treinamento, práticas de alta administração e falta de comunicação podem minar os esforços para estabelecer essa cultura de justiça. Além disso, o estudo destaca a necessidade de uma mudança de paradigma, passando de abordagens reativas para proativas na gestão de segurança, a fim de enfrentar adequadamente os desafios identificados (Gerede, 2014).

A colaboração entre as partes interessadas, incluindo provedores de serviços e autoridades reguladoras, é fundamental para superar esses obstáculos e promover uma cultura de segurança positiva. Essas conclusões enfatizam a importância de um diagnóstico preciso dos problemas na implementação dos SMS e destacam o papel da liderança na promoção de uma cultura de segurança eficaz (Gerede, 2014).

Os principais desafios enfrentados na implementação de SMS em organizações de manutenção de aeronaves, foram desenvolvidos estudos sobre a compreensão de desafios e implementação do SMS em Organizações de Manutenção. Os participantes identificam desafios provenientes das autoridades da aviação civil, apesar de seu papel na elaboração de regulamentos para aumentar a segurança (Gerede, 2015).

Esses desafios incluem regulamentações pouco claras, falta de promoção da importância do sistema e ausência de apoio para uma cultura de segurança positiva. A falta de um Programa de Segurança do Estado antes da implementação do sistema é vista como um desafio. Além disso, a integração entre os sistemas de diferentes empresas de Manutenção, Reparo e Revisão (MRR) e companhias aéreas é importante para a segurança. Os desafios surgem da falta de comunicação,

conhecimento de papéis mútuos e delineação clara de responsabilidades (Gerede, 2015).

O estudo destaca a interconexão entre os temas e subcategorias, enfatizando que os desafios derivam da mudança de paradigma em direção ao SMS, exigindo uma transformação cultural. A cultura de segurança positiva deficiente e a falta de apoio da alta administração são desafios significativos. Outros desafios incluem treinamento em segurança, práticas das autoridades e integração de partes interessadas (Gerede, 2015).

O artigo conclui ressaltando a importância do papel da alta administração na implementação do sistema e na promoção de uma cultura de segurança positiva. Embora os resultados sejam específicos para a Turquia, oferecem *insights* relevantes para empresas de aviação e autoridades reguladoras mundiais, especialmente aquelas em transição para abordagens baseadas em desempenho (Gerede, 2015).

Um estudo sobre gestão de habilidades na otimização de processos de manutenção de aeronaves realizado que aborda a otimização dos processos de manutenção de aeronaves, enfatizando a gestão das habilidades dos operadores durante a atribuição de tarefas. Um modelo de programação matemática é desenvolvido para minimizar o tempo total de execução das atividades, considerando restrições como capacidade de recursos, relações de precedência entre atividades e disponibilidade de operadores qualificados (Stadnicka; Arkhipov; Battaia; Ratnayake, 2017).

O problema é formulado como um problema de programação inteira mista, para garantir a atribuição adequada de operadores às atividades. Um estudo de caso envolvendo 54 grupos de atividades em um processo de manutenção de aeronaves é apresentado, demonstrando a aplicabilidade do modelo proposto. São discutidos aspectos como níveis de habilidades dos operadores, disponibilidade de equipamentos e divisão da aeronave em diferentes áreas para execução das atividades (Stadnicka; Arkhipov; Battaia; Ratnayake, 2017).

Por fim, são destacados os resultados obtidos, incluindo a possibilidade de inclusão de restrições técnicas adicionais e planos para testes em casos industriais mais amplos. O estudo evidencia a eficácia do modelo proposto na otimização dos processos de manutenção de aeronaves e aponta para futuras pesquisas e implementações práticas (Stadnicka; Arkhipov; Battaia; Ratnayake, 2017).

Um estudo investigou a performance da segurança na aviação civil e seus determinantes através de métodos de análise de dados como análise fatorial exploratória, análise fatorial confirmatória e modelagem de equações estruturais (Singh; Sharma; Chadha; Singh, 2019).

Os resultados indicam que a segurança de gestão de sistemas e os fatores humanos desempenham papéis significativos na segurança da aviação civil, sendo os gerentes de segurança identificados como tendo um impacto mais forte do que os controladores de tráfego aéreo. A colaboração entre diferentes grupos, como controladores de tráfego aéreo, gerentes de segurança, engenheiros e políticos, é destacada como crucial para melhorar a performance da segurança na aviação civil (Singh; Sharma; Chadha; Singh, 2019).

O estudo também sugere que futuras pesquisas explorem mais a fundo a relação entre cultura de segurança, clima de segurança e performance da segurança na aviação em diferentes níveis organizacionais e ocupacionais. Em resumo, o estudo fornece uma visão dos fatores que influenciam a segurança na aviação civil e enfatiza a importância da colaboração entre partes interessadas para promover a segurança na aviação (Singh; Sharma; Chadha; Singh, 2019).

Através do uso de uma técnica de grupo nominal é possível identificar perigos de segurança decorrentes da terceirização da manutenção de aeronaves. Ao buscar preços mais baixos e tempos de manutenção mais curtos, as empresas aumentam a pressão sobre as organizações de MRR, potencialmente comprometendo a segurança (Bagan, 2019).

Desafios relacionados à gestão de recursos humanos, como contratação de técnicos inexperientes, falta de pessoal e alta rotatividade, são identificados como fontes significativas de erros humanos e violações de segurança. Além disso, problemas de comunicação e desorganização organizacional contribuem para uma gestão deficiente da segurança. O artigo destaca a importância de medidas de mitigação de riscos para garantir a segurança e a confiabilidade das operações de manutenção terceirizadas na indústria da aviação (Bagan, 2019).

O Relatos de Reporte voluntário, dentro de uma OM, é fundamental para a segurança da aviação. Um estudo de 2.020 realizado em uma OM na Turquia investigou dados coletados de 483 profissionais, visando identificar as causas subjacentes à falta de Relatos de Reporte Voluntário na aviação. A grande preocupação está relacionada com o silêncio de reportes na aviação, então foi

necessário medir os motivos pelos quais a equipe de manutenção de aeronaves não reporta (Under, 2021).

Durante a análise, foram explorados os fatores que contribuem para essa ausência de Relatos de Reporte entre os profissionais responsáveis pela manutenção de aeronaves, resultando na identificação de quatro dimensões fundamentais, silêncio relacional e pró-social, silêncio por medo e defensivo, silêncio por quiescência e aquiescência, e silêncio desengajado (Under, 2021).

## CAPÍTULO 3

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O material disponível para a realização da pesquisa consiste no ambiente das Organizações de Manutenção, assim como nos documentos fornecidos e no acesso aos processos e procedimentos empregados nas manutenções de aviões.

Os métodos descritos neste capítulo compreendem a análise qualitativa e quantitativa em documentos, tais como: legislação específica, Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC), Instrução Suplementar (IS), Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO) e Relatos de Reporte (também conhecidos como Relato, ou Reporte, ou ainda Relatório) fornecidos pelas Organizações de Manutenção (OM); a fim de desenvolver ferramentas para o controle de tolerabilidade, controle de *Foreign Object Debris/Damage* (FOD), gerenciamento de risco e implementação da cultura organizacional.

#### 3.1 MATERIAL - AMBIENTE DAS ORGANIZAÇÕES DE MANUTENÇÃO E DOCUMENTAÇÃO

Duas Organizações de Manutenção foram selecionadas para fazer os estudos de caso, a Aerobat e a Brasil Aviation. As visitas técnicas foram realizadas de junho a novembro de 2024. Esse trabalho não aborda as manutenções de aeronaves de aviação regular (companhias aéreas) por ter menos acidentes relacionados a falha ou mau funcionamento de sistemas/componentes.

A Aerobat está vinculada a um Centro de Instrução de Aviação Civil (CIAC) e está autorizada a executar manutenções aeronáuticas nas categorias de célula, classe 3, com peso máximo de decolagem de 5670 kg em aviões.

A Brasil Aviation, denominada como um Táxi Aéreo e Organização de Manutenção (OM), executa a manutenção das aeronaves da Brasil Vida Táxi Aéreo. A Brasil Aviation está autorizada a executar manutenções aeronáuticas nas categorias de célula, classe 3 e 4, em aviões, manutenção de categorias de motor à turbina, classe 3.

3.1.1 Organização de Manutenção - Aerobat

Um primeiro estudo de caso foi realizado na Organização de Manutenção (OM) Aerobat - Manutenção de Aeronaves (ver Figura 13), a qual localiza-se no Aeródromo Civil de Anápolis (SWNS), em Anápolis-GO.

Figura 13 - Fotografia do Hangar da Aerobat em Anápolis-GO



Fonte: Autor, com permissão da Aerobat (2024).

A OM executa manutenções de 7 aviões descritos (aviões, habilitação, motor, peso, tipo de voo) na Tabela 6 para o Centro de Instrução de Aviação Civil (CIAC), denominado Escola de Aviação Civil PLA. O peso em massa dos aviões com motores a pistão varia de 757 kg até 2.155 kg.

Tabela 6 - Informações dos 7 aviões da Escola de Aviação Civil PLA que executam manutenção na OM Aerobat

| <b>Aviões</b> | <b>Habilitação</b> | <b>Motor</b> | <b>Peso (kg)</b> | <b>tipo de voo</b> |
|---------------|--------------------|--------------|------------------|--------------------|
| PA34          | MLTE               | Pistão       | 2155             | IFR Noturno        |
| C152          | MNTE               | Pistão       | 757              | IFR Noturno        |
| C152          | MNTE               | Pistão       | 757              | IFR Noturno        |
| PA28A         | MNTE               | Pistão       | 1107             | IFR Noturno        |
| C152          | MNTE               | Pistão       | 757              | VFR Noturno        |
| C175          | MNTE               | Pistão       | 1089             | IFR Noturno        |
| PA34          | MLTE               | Pistão       | 2155             | IFR Noturno        |

Fonte: Autor (2024).

Na Tabela 6 (página anterior) as siglas representam: MLTE - avião Multimotor Terrestre; MNTE - avião Monomotor Terrestre; classificação de operação de voo VFR - *Visual Flight Rules* (em português, regras de voo visual); classificação de operação de voo IFR - *Instrument Flight Rules* (em português, regras de voo por instrumentos). E ainda, cabe ressaltar que as manutenções de aviões de terceiros, não descritas na Tabela 6, são realizadas na OM Aerobat.

### 3.1.2 Organização de Manutenção - Brasil Aviation

A Brasil Aviation, OM que pode ser observada pela imagem do *site* da região interna do hangar (Figura 14), é especializada na manutenção de aviões a jato, turboélice e aviões a pistão, e está localizada no Aeródromo Nacional de Aviação (SBNV), em Goiânia-GO.

A OM possui parceiros fornecedores de peças e componentes aeronáuticos, em que o departamento de suprimentos possui vasta experiência na aquisição de materiais. Os hangares são modernos, espaçosos, e as equipes de manutenção (mecânicos de aviões e auxiliares de manutenção) são altamente qualificadas. As visitas técnicas para o segundo estudo de caso, desta dissertação, foram realizadas entre a segunda quinzena de junho até o fim de novembro (Brasil Aviation, 2024e).

Figura 14 - Fotografia do Hangar da Brasil Aviation em Goiânia-GO



Fonte: Imagem recortada do site da Brasil Aviation (2024e).

A OM Brasil Aviation executa manutenções de 24 aviões descritos (aviões, habilitação, motor, peso, tipo de voo) na Tabela 7 para a Brasil Vida, a qual também

executa a manutenção de outros aviões de terceiros não descritas na referida tabela. O peso em massa dos aviões com motores a pistão, turboélice, a jato *turbofan* (turbo derivado de turbina e *fan* derivado de ventoinha ou ventilador) varia de 1.724 kg até 10.660 kg.

Tabela 7 - Informações dos 24 aviões da Aviação da Brasil Vida que executam manutenção na OM Brasil Aviation

| <b>Aviões</b> | <b>Habilitação</b> | <b>Motor</b>         | <b>Peso (kg)</b> | <b>Tipo de voo</b> |
|---------------|--------------------|----------------------|------------------|--------------------|
| BE40          | MLTE               | Jato <i>turbofan</i> | 7303             | IFR Noturno        |
| PAY1          | MLTE               | Turboélice           | 3946             | IFR Noturno        |
| PAY3          | MLTE               | Turboélice           | 5080             | IFR Noturno        |
| PAY3          | MLTE               | Turboélice           | 5080             | IFR Noturno        |
| C525          | MLTE               | Jato <i>turbofan</i> | 4717             | IFR Noturno        |
| C560          | MLTE               | Jato <i>turbofan</i> | 7212             | IFR Noturno        |
| C560          | MLTE               | Jato <i>turbofan</i> | 7212             | IFR Noturno        |
| BE20          | MLTE               | Turboélice           | 5670             | IFR Noturno        |
| BE20          | MLTE               | Turboélice           | 5670             | IFR Noturno        |
| BE20          | MLTE               | Turboélice           | 5670             | IFR Noturno        |
| BE20          | MLTE               | Turboélice           | 5670             | IFR Noturno        |
| BE20          | MLTE               | Turboélice           | 5670             | IFR Noturno        |
| BE9L          | MLTE               | Turboélice           | 4581             | IFR Noturno        |
| BE9L          | MLTE               | Turboélice           | 4581             | IFR Noturno        |
| BE9L          | MLTE               | Turboélice           | 4581             | IFR Noturno        |
| BE9L          | MLTE               | Turboélice           | 4581             | IFR Noturno        |
| BE9L          | MLTE               | Turboélice           | 4581             | IFR Noturno        |
| LJ31          | MLTE               | Jato <i>turbofan</i> | 7484             | IFR Noturno        |
| LJ31          | MLTE               | Jato <i>turbofan</i> | 7484             | IFR Noturno        |
| LJ31          | MLTE               | Jato <i>turbofan</i> | 7484             | IFR Noturno        |
| LJ35          | MLTE               | Jato <i>turbofan</i> | 8301             | IFR Noturno        |
| WW24          | MLTE               | Jato <i>turbofan</i> | 10660            | IFR Noturno        |
| C210          | MNTE               | Pistão               | 1724             | IFR Noturno        |
| C210          | MNTE               | Pistão               | 1724             | IFR Noturno        |

Fonte: Autor (2024).

Na Tabela 7 as siglas MLTE, MNTE, VFR e IFR já foram definidas e descritas na apresentação da Tabela 6.

### 3.1.3 Documentação das Organizações de Manutenção

Dados cedidos pela Escola de Aviação Civil PLA (CIAC) incluem o relatório de reportes contendo *inputs*, acompanhamento, tendência e matriz de risco e outros dados do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO). O CIAC forneceu os relatórios de reporte do período de 10/11/2021 a 10/11/2023, a OM disponibilizou atas de reunião do Grupo de Ação da Segurança Operacional (GASO), os relatórios de reporte da OM supracitado anteriormente, que incluem situações de perigo e o Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO).

Inicialmente, foram fornecidos pelo CIAC os Relatórios de Prevenção do período de 08/10/2022 a 13/03/2024. Esses relatórios incluíam a classificação do índice de tolerabilidade, o risco identificado, o tipo de ocorrência, as consequências do perigo, as ações de mitigação e os resultados do acompanhamento, com uma nova classificação de risco. No entanto, observou-se que esses registros são exclusivamente para as operações do CIAC, não abrangendo a OM. Isso aponta para a necessidade de melhoria e a otimização dessa ferramenta surge como uma solução viável para a OM.

De forma geral, dados cedidos pelas OM incluem o Índice de Retrabalho (IR), plano de gerenciamento do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO), Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO), atas de reuniões da Grupo de Ação de Segurança Operacional (GASO) e dos colaboradores da empresa, atas de reuniões mensais, formulários de análises de risco, Relatos de Reporte, relato de prevenção, análises e bases de perigos, formulários de classificação geral das mudanças, formulários gerais para gerenciamento de mudanças, dados das classificações de probabilidade e severidade de riscos, plano de resposta a emergência, controle de Ordem de Serviço (OS), mapa de controle de componentes, ordens de serviço, dados de Controle Técnico de Manutenção (CTM), entre outros dados relacionados à Organização de Manutenção e ao *Safety*.

As autorizações de uso de dados para os estudos de caso com a OM Aerobat e com a OM Brasil Aviation, com fins acadêmicos, relacionados com a Manutenção Aeronáutica e o *Safety* (ou Segurança Operacional) encontram-se, respectivamente, no Anexo A e no Anexo B desta dissertação.

Os estudos de caso foram realizados para ambas as OM presencialmente, durante várias semanas, com levantamentos documentais que envolvem os

processos de manutenções relacionados com o *Safety*. Após à análise dos dados contidos nos documentos, foi constatada a necessidade de melhorias em processo de controle digital de reportes, controle automatizado de matriz de risco, otimização de registros por meio de planilhas para ambas as OM.

Com os documentos disponibilizados para as consultas e análises das informações qualitativas e quantitativas pelas OM Aerobat e Brasil Aviation, os quais incluem registros, registros de relatos de cenários de riscos presenciados, relatos de identificação de perigo, análises de risco, *briefings* e *slides* de apresentações, comprovantes de recebimento de manifestação, planilha de movimentos, Ofícios, *prints* de dados, entre outros, relacionados à manutenção e ao SGSO nas OM; tem-se o material para o desenvolvimento dessa pesquisa que compreende os estudos de casos.

Adicionalmente, para o segundo estudo de caso, para a OM Brasil Aviation, a capacitação de funcionários acerca da Segurança Operacional da Gestão da Manutenção de aviões para a conscientização da cultura organizacional e mitigação do risco. O público-alvo na capacitação compreende os Mecânicos de aeronaves, os Auxiliares de manutenção, os Responsáveis Técnicos (RT), os Coordenadores, os Gestores Responsáveis (GR), os Gerentes de Segurança Operacional, os agentes de Controle Técnico de Manutenção (CTM), os Pilotos de aviões e os funcionários de Setores Administrativos (Recursos Humanos, Departamento Pessoal, Setor de Compras, Suprimentos etc.).

### 3.2 MÉTODOS - DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS DE CONTROLE

Os métodos descritos nesta seção compreendem as metodologias empregadas para as análises qualitativas e quantitativas de relatórios fornecidos pelas Organizações de Manutenção (OM), as análises quantitativas das matrizes de risco (Probabilidade e Severidade), dos controles do FOD - *Foreign Object Damage/Debris* (em português, Objeto Estranho), do controle dos indicadores de Aprovação Para Retorno ao Serviço (APRS) e Retrabalho (R), e por fim, a capacitação (formação) acerca da Segurança Operacional da Gestão da Manutenção de aviões para a conscientização da cultura organizacional e mitigação do risco.

### 3.2.1 Procedimento para desenvolver uma ferramenta para o controle de risco

O desenvolvimento da ferramenta para o controle de risco da Segurança Operacional em Organizações de Manutenção, com base na fundamentação documental, ocorreu com a aplicação da metodologia descrita no Quadro 2. Na sequência, discussões técnico-científicas acerca da metodologia empregada serão apresentadas para justificar o desenvolvimento da ferramenta para o controle de risco.

Quadro 2 - Ferramenta desenvolvida, fundamentação documental e metodologia empregada para o controle de risco

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ferramenta desenvolvida</b>  | Ferramenta para o controle de risco                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Fundamentação documental</b> | 1. Resolução nº 714 / 2023 (ANAC)<br>2. Resolução nº 708 / 2023 (ANAC)<br>3. Portal único de Notificação (ANAC, DECEA, CENIPA)<br>4. IS nº 145.214-001B (ANAC)                                                                                                              |
| <b>Metodologia empregada</b>    | 1. Análise de Relatórios de prevenção das OM com foco na otimização de processos e gerenciamento<br>2. Análise e adaptação das matrizes de risco da ANAC aplicadas às OM<br>3. Desenvolvimento e aplicação da ferramenta em Excel programada em VBA usando dados fornecidos |

Fonte: Autor (2024).

Existem ferramentas para coleta e processamento de dados de Segurança Operacional da Autoridade Aeronáutica (AA), dentre eles, Reportes Mandatórios e Reportes Voluntários, sendo esses reportes enviados através do novo Portal Único (ANAC, 2024c).

O Portal único de Notificação, é o meio oficial de comunicação de eventos relacionados à Segurança Operacional. Anteriormente fazia-se separadamente, pelas plataformas do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), ANAC, Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), agora é unificado e recebe Reportes Voluntários e Mandatórios. A ferramenta atende tanto as necessidades da ANAC como as do Comando da Aeronáutica (COMAER) (ANAC. 2023c).

Os Reportes Mandatórios de Segurança Operacional são estabelecidos pela Resolução de nº 714 de 2023, que determinam as situações às quais deve ser enviado

um reporte de forma obrigatória à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), tanto para indivíduos como para organizações (BRASIL, 2023a).

Já os Reportes Voluntários de Segurança Operacional são estabelecidos pela Resolução nº 708 de 2023, programa novo da ANAC voltado para as organizações às quais implementam o Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) (BRASIL, 2023b).

A Resolução nº 708 de 2023 instituiu a política de segurança de dados e informações, fornecendo segurança para quem reporta, evitando a punibilidade a esse agente, ela prevê diretrizes para proteger dados e estimula o reporte para a melhoria contínua da Segurança Operacional (BRASIL, 2023b).

Quando se fala de *Safety*, e se trata de reportes, a ideia é que se aprenda com os erros e que eles não ocorram novamente, dessa forma a ANAC quer criar um ambiente de cultura positivo para que as pessoas se sintam seguras em reportar (BRASIL, 2023b).

Ainda de acordo com a Resolução nº 708, todo dado de reporte será usado para Segurança Operacional sem punibilidade, ou seja, os dados estarão protegidos e não serão divulgados. A exceção da proteção de dados é quando se identifica conduta dolosa, negligência grave, crimes, e nesses casos a ANAC pode compartilhar os dados com as autoridades como, Polícia Federal, Ministério Público (BRASIL, 2023b).

A Resolução nº 714, Anexo I dessa, define os Reportes Mandatórios que delimita uma lista de eventos para tipos diferentes de organizações, como centros de instrução de aviação civil, organizações de manutenção, táxi aéreo, companhias aéreas. O reporte do sistema único, já contém a lista e os prazos para envio de ações administrativas relacionadas aos casos de não reporte. Existem sanções ao agente que não cumprir essa resolução, como multa após notificação (BRASIL, 2023a).

De acordo com a Instrução Suplementar (IS) nº 145.214-001B, existe uma ferramenta para coleta e processamento de dados de Segurança Operacional dentro da Organização, a política de segurança operacional da organização deve incluir procedimentos formais sobre Reporte de Segurança Operacional, deve instruir seus colaboradores quanto aos Reporte, a organização deve adotar uma postura não-punitiva, do mais baixo ao mais alto cargo da organização, de qualquer natureza ou admissão de cometimento de erros que possam prevenir acidentes (BRASIL, 2018).

As tarefas de um Gestor de Segurança Operacional (GSO), segundo a Regulação IS 145.214-001B e MGSO da OM, são: i) deve ser assegurada a confidencialidade de Relatos de Reporte de situações adversas dentro da organização, a política não punitiva de relatos voluntários ou não, não interferência hierárquica sobre relatos; ii) deve haver análise de riscos dos relatos e em conformidade com o MGSO; iii) deve haver uma abordagem integrada entre os Fatores Humanas com os relatos, criação de ambiente favorável aos reportes não punitivos (BRASIL, 2018).

Os funcionários muitas vezes optam por permanecer em silêncio devido ao receio de prejudicar relacionamentos interpessoais, medo de retaliação ou punição, percepção de que suas opiniões não serão valorizadas e falta de envolvimento com o processo de relatório de incidentes. Esses achados sugerem que a cultura organizacional desempenha um papel fundamental no estímulo ou desencorajamento do relato voluntário (Under, 2021).

Para o desenvolvimento da ferramenta de análise de risco, quando é aberto um Reporte Mandatório ou Voluntário, abre-se na sequência uma Análise de Risco para a situação ser solucionada. O Agente de Segurança precisa abrir uma Análise de Risco, que por vezes é feito em formulário de papel na OM.

O modelo de estimativa de probabilidade das consequências de eventos adversos à Segurança Operacional, estabelecido pela ANAC para o nível de probabilidade é (Quadro 3): 5 para frequente; 4 para ocasional; 3 para provável; 2 para improvável; e 1 para raro em conformidade com a respectiva IS (BRASIL, 2018).

Quadro 3 - Modelo de estimativa de probabilidade das consequências de eventos adversos à Segurança Operacional da ANAC

| Nível | Probabilidade | Descrição                                                              |
|-------|---------------|------------------------------------------------------------------------|
| 5     | frequente     | Ocorre rotineiramente, em diversas circunstâncias                      |
| 4     | ocasional     | Ocorre de 1 a 3 vezes ao ano                                           |
| 3     | provável      | Ocorre uma vez a cada 2-5 anos                                         |
| 2     | improvável    | Ocorre uma vez a cada 6-9 anos                                         |
| 1     | raro          | Apenas uma ocorrência em 10 anos, em circunstâncias muito particulares |

Fonte: Adaptado de BRASIL (2018).

O modelo de estimativa de severidade das consequências de eventos adversos à Segurança Operacional, estabelecido pela ANAC para o nível de

severidade é (Quadro 4, próxima página): (A) para menor; (B) para significativo; (C) para crítico; (D) para maior; e (E) para catastrófico (BRASIL, 2018).

Quadro 4 - Modelo de estimativa de severidade das consequências de eventos adversos à Segurança Operacional da ANAC

| Nível | Severidade    | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E     | catastrófico  | Ocorrência de: acidente de pelo menos uma aeronave atribuído a serviços de manutenção inadequados realizados resultando em pelo menos uma fatalidade; perda total de equipamentos ou instalações da organização independente dos valores; perda total de bens de terceiros independente dos valores; impactos ambientais de larga escala ou repercussão com danos superiores à R\$ (valor); sanções administrativas pela ANAC, envolvendo pessoal habilitado da oficina ou seus responsáveis (GR, RSO e RT); suspensão do certificado pela ANAC; processos/ações judiciais; condenações penais; danos à imagem/credibilidade da organização; críticas pelos meios de comunicação; impactos políticos de alto nível. |
| D     | maior         | Ocorrência de: acidente de pelo menos uma aeronave atribuído a serviços de manutenção inadequados realizados; lesões graves a qualquer pessoa, e que requeiram internações superiores 5 dias ou tratamentos médicos superiores à R\$ (valor) ou a 90 dias; danos aos equipamentos ou instalações da organização limitados à R\$ (valor); danos materiais de terceiros superiores a R\$ (valor); danos ambientais limitados à R\$ (valor); autuações pela ANAC, envolvendo pessoal habilitado da oficina ou seus responsáveis (GR, RSO e RT); reincidência de denúncias contra a oficina; reincidência de autuações pela ANAC; aumento das limitações operacionais imposto pela ANAC.                                |
| C     | crítico       | Ocorrência de: dificuldades em serviço em aeronaves de mais de um operador atribuídas a serviços de manutenção inadequados realizados; lesões moderadas a qualquer pessoa, e que requeiram internações de até 5 dias ou tratamentos médicos limitados à R\$ (valor) ou a 90 dias; danos materiais (da organização ou terceiros) superiores a R\$ (valor); várias denúncias contra a oficina; múltiplas autuações pela ANAC.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| B     | significativo | Ocorrências de: dificuldades em serviço em mais de uma aeronave de um mesmo operador atribuídas aos serviços de manutenção inadequados realizados; lesões a qualquer pessoa, e que requeiram primeiros socorros; danos materiais (da organização ou de terceiros) limitados a R\$ (valor); pelo menos uma denúncia contra a oficina; pelo menos uma autuação pela ANAC.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A     | menor         | Ocorrência de pelo menos uma dificuldade em serviço em uma aeronave de um operador atribuída aos serviços de manutenção inadequados realizados; não há lesões a qualquer pessoa ou danos materiais significativos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2018).

A ferramenta atualmente empregada no controle de tolerabilidade está baseada na matriz de risco (Figura 15, próxima página), estabelecida na IS 145.214-001, cabendo às Organizações de Manutenção fazer a análise, com base na referida IS, seja de forma digital ou física (impressões de papel) em reuniões do Grupo de Ação de Segurança Operacional (GASO), para tomadas de decisão (BRASIL, 2018).

Usualmente, estabelecido pela IS 145.214-001 (ANAC, 2018), as definições dos pesos são de “1” a “3” (matriz 3 x 3) ou “1” a “5” (matriz 5 x 5), sendo da menor para a maior probabilidade, e, de “A” a “C” (matriz 3 x 3) ou “A” a “E” (matriz 5 x 5) para a maior severidade; conforme modelo da matriz de risco apresentada na Figura 15, em que as estimativas de probabilidade e severidade das consequências de eventos adversos à Segurança Operacional da ANAC foram apresentadas nos Quadros 3 (Probabilidade, na vertical, Figura 15) e 4 (Severidade, na horizontal, Figura 15), respectivamente.

Figura 15 - Modelo de matriz de risco da ANAC

|               |   |            | Severidade |               |         |       |              |
|---------------|---|------------|------------|---------------|---------|-------|--------------|
|               |   |            | A          | B             | C       | D     | E            |
|               |   |            | menor      | significativo | crítico | maior | catastrófico |
| Probabilidade | 5 | frequente  | 5A         | 5B            | 5C      | 5D    | 5E           |
|               | 4 | ocasional  | 4A         | 4B            | 4C      | 4D    | 4E           |
|               | 3 | provável   | 3A         | 3B            | 3C      | 3D    | 3E           |
|               | 2 | improvável | 2A         | 2B            | 2C      | 2D    | 2E           |
|               | 1 | raro       | 1A         | 1B            | 1C      | 1D    | 1E           |

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2018).

Na ferramenta proposta para a matriz de risco e implementada com o *Software* Excel, neste trabalho, os pesos atribuídos para a severidade de “A” a “E” (matriz 5 x 5), conforme IS 145.214-001 (2018), foram trocados na sequência de “1” a “5” (matriz 5 x 5), ou seja, usando números e não letras. A ferramenta desenvolvida com a implementação foi aplicada nas OM Aerobat e Brasil Aviation.

Quando um Relatório de Reporte é enviado ao GSO, a partir desse, uma Análise de Risco é elaborada por meio do modelo de estimativa de probabilidade e severidade pelo GASO. O intuito desta pesquisa é a criação de uma ferramenta

automatizada construída com o *software* Excel, ou seja, uma planilha eletrônica. Na planilha em Excel usou-se as fórmulas em *Visual Basic for Applications* (VBA), apresentadas no Apêndice A.

A finalidade dessa ferramenta é de apontar a ação necessária ao GSO, conforme a IS 145.214-001 (2018) adaptada com os pesos numéricos para a severidade, bem como, demonstrar o nível de risco, guardar dados para consultas futuras e a visualização do cenário de Segurança Operacional da OM.

### 3.2.2 Procedimento para desenvolver uma ferramenta para o controle de tolerabilidade

O desenvolvimento da ferramenta para o controle de tolerabilidade da Segurança Operacional em Organizações de Manutenção, com base na fundamentação documental, ocorreu com a aplicação da metodologia descrita no Quadro 5. Na sequência, discussões técnico-científicas acerca da metodologia empregada serão apresentadas para justificar o desenvolvimento da ferramenta para o controle de tolerabilidade.

Quadro 5 - Ferramenta desenvolvida, fundamentação documental e metodologia empregada para o controle de tolerabilidade

|                                 |                                                                                                                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ferramenta desenvolvida</b>  | Ferramenta para controle de tolerabilidade                                                                                           |
| <b>Fundamentação documental</b> | 1. IS nº 145.214-001B / 2018 (ANAC)<br>2. Documento 9859 / 2018 (ICAO)                                                               |
| <b>Metodologia empregada</b>    | 1. Classificação da operação<br>2. Ações correspondentes<br>3. Estimativas de tolerabilidade desenvolvido um código em <i>Python</i> |

Fonte: Autor (2024).

Uma possível estratégia para promover o Reporte Voluntário seria o desenvolvimento de uma cultura justa nas organizações, onde os funcionários se sintam seguros para relatar problemas sem medo de repercussões negativas. Isso pode ajudar a melhorar a segurança na aviação, prevenindo potenciais acidentes (Under, 2021).

A cultura da segurança na aviação é definida pelos valores, crenças e comportamentos compartilhados pelos membros de uma sociedade, grupo ou

organização. Compreender esses componentes culturais e sua interação é importante para o gerenciamento da segurança. Os três componentes culturais mais influentes são as culturas organizacionais, profissionais e nacionais (ICAO, 2018).

Uma cultura de Reporte é um elemento-chave dessas culturas, e a mistura desses componentes pode variar significativamente entre as organizações, afetando negativamente o relato eficaz de perigos, análises colaborativas de causas-raiz e mitigação de riscos aceitáveis. A melhoria contínua no desempenho de segurança é possível quando esta torna-se valorada dentro de uma organização (ICAO, 2018).

É crucial abordar a importância da comunicação na manutenção de aviões, uma vez que é um fator determinante para a segurança e eficácia das operações aéreas. A troca eficiente de informações entre gerentes, técnicos, fabricantes e autoridades reguladoras é essencial para garantir que os padrões de segurança sejam mantidos, e que os procedimentos de manutenção sejam compreendidos e seguidos corretamente (ICAO, 1998).

A ferramenta atual de controle de tolerabilidade com base na matriz de risco (Figura 15, ver seção 3.2.1) estabelecida na IS 145.214-001 (2018) baseia-se somente na análise da IS, cabendo às Organizações de Manutenção efetuarem, com base na referida IS, a análise de forma digital ou física em reuniões do GASO para tomadas de decisão (BRASIL, 2018).

Para o controle da tolerabilidade na tomada de decisão de risco, uma ferramenta foi desenvolvida em código *Python* (Apêndice B), a qual está baseada na IS 145.214-001 (2018). Os passos que compreendem essa ferramenta são:

- i) Primeiro Passo: é o dado de inserção quanto a probabilidade da ocorrência (Quadro 5, ver seção 3.2.1), sendo: 5 para frequente; 4 para ocasional; 3 para provável; 2 para improvável; e 1 para raro (BRASIL, 2018).
- ii) Segundo Passo: é o dado da inserção quanto a severidade da ocorrência (Quadro 4, ver seção 3.2.1), sendo: (A) para menor; (B) para significativo; (C) para crítico; (D) para maior; e (E) para catastrófico (BRASIL, 2018).
- iii) Terceiro Passo: a saída no código escrito em *Python* é classificada quanto as quatro operações exemplificadas a seguir. 1ª) Operações Inaceitáveis (com extremo risco) são classificadas como 3E, 4D, 4E, 5C, 5D, 5E; 2ª) Operações Aceitáveis (com mitigação de risco elevado) são classificadas como 1E, 2D, 2E, 3C, 3D, 4B, 4C, 5A, 5B; 3ª) Operações Aceitáveis (com mitigação de risco moderado) são classificadas como 1C, 1D, 2B, 2C, 3A, 3B, 4A. 4ª) Operações Aceitáveis (com baixo risco) são

classificadas como 1A, 1B, 2A. Cabe ressaltar que a base da probabilidade e severidade aplicada para o controle da tolerabilidade teve como base o modelo da matriz de riscos, conforme a IS nº 145.214-001 (BRASIL, 2018).

iv) Quarto Passo: após a geração do código acima, o dado de inserção com a função para imprimir informações de ação, que deve ser executada pelo Gestor Responsável (GR) e/ou Gestor de Segurança Operacional (GSO), a ferramenta fornece diferentes escalas de tolerabilidade com base na IS nº 145.214-001 (BRASIL, 2018).

Para lidar com situações de Operações Inaceitáveis, algumas medidas precisam ser tomadas. A primeira é a interrupção imediata das atividades, conforme determinado pelo GR. Em seguida, é necessário comunicar o ocorrido tanto ao Grupo de Ação de Segurança Operacional (GASO) quanto à Autoridade de Aviação (BRASIL, 2018).

O GASO, por sua vez, deve elaborar um plano de ação dentro de 24 horas, após o comunicado do GR. Esse plano precisa ser aprovado pelo GR, que deve enviar imediatamente à Autoridade de Aviação para a ciência da situação. Somente após a implementação efetiva do plano de ação e a autorização do GR, as atividades podem ser retomadas, com devida comunicação à Autoridade de Aviação (BRASIL, 2018).

Para garantir as Operações Aceitáveis com mitigação de risco é necessário que sejam mantidas sob restrições temporárias, conforme determinado pelo GR. Além disso, é preciso enviar uma comunicação ao GASO para que as restrições operacionais sejam definidas pelo Gestor de Segurança Operacional/Responsável Técnico (GSO/RT), com base nas informações fornecidas. O GASO deve elaborar um plano de ação em até 72 horas após ser informado pelo GR. Esse plano de ação deve ser submetido à aprovação pelo GR e monitorado pelo GSO/RT. Somente após a eficácia do plano ter sido comprovada pelo GR é que as atividades podem retornar às condições normais (BRASIL, 2018).

A ação necessária para Operações Aceitáveis é manter as atividades sob restrições temporárias. As ações de controle rotineiras devem ser estabelecidas pelos gerentes locais, seguindo os procedimentos padrões vigentes. Caso as ações de controle rotineiras não produzam os resultados esperados, o acionamento do GASO se faz necessário. O GASO deve monitorar continuamente as condições operacionais e coordenar quaisquer ações subsequentes (BRASIL, 2018).

Para o desenvolvimento da ferramenta de análise de risco, quando é aberto um Relato de Reporte Mandatório ou Voluntário, abre-se na sequência uma Análise

de Risco para aquela situação ser solucionada. O Agente de Segurança precisa abrir uma Informação de Perigo, que por vezes é feito em papel em OM.

Quando um Relato é enviado ao GSO, a partir desse é realizada uma Análise de Risco através do modelo de tolerabilidade pelo GASO, conforme “Terceiro Passo” descrito anteriormente. Um código escrito em linguagem de programação *Python*, o qual encontra-se no Apêndice B, foi desenvolvido para gerar a ação necessária e o nível de tolerabilidade daquela operação, porém esse código não armazena dados, sendo esta a ferramenta desenvolvida para o controle de tolerabilidade.

### 3.2.3 Ferramenta para controle de *Foreign Object Debris/Damage* - FOD

O desenvolvimento da ferramenta para o controle de controle de FOD (*Foreign Object Debris/Damage*) da Segurança Operacional em Organizações de Manutenção, com base na fundamentação documental, ocorreu com a aplicação da metodologia descrita no Quadro 6. Na sequência, discussões técnico-científicas acerca da metodologia empregada serão apresentadas para justificar o desenvolvimento da ferramenta para o controle de FOD.

Quadro 6 - Ferramenta desenvolvida, fundamentação documental e metodologia empregada para o controle de FOD

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ferramenta desenvolvida</b>  | Ferramenta para controle de FOD ( <i>Foreign Object Debris/Damage</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Fundamentação documental</b> | 1. Manual de Gerenciamento do Risco de FOD / 2022 (ANAC)<br>2. Manual de Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SMS) da ICAO / 2016<br>MGSO da OM / 2024 (Aerobat e Brasil Aviation)<br>3. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 153 / 2024 (ANAC)<br>4. Site da Base Aérea Americana de San Antônio / 2024<br>5. Artigo na conferência ICRITO por Jain, Prasad e Gupta / 2022 (IEEE)                         |
| <b>Metodologia empregada</b>    | 1. Para a coleta de FOD foram utilizadas as ferramentas FODB, FODW, FODMS<br>2. Para o controle de FOD foi utilizada uma planilha criada com o <i>Software</i> Excel<br>3. Para a redução de FOD foi construído um coletor magnético de objetos estranhos, para o controle de FOD foi usado um sistema de gerenciamento em Excel<br>4. Para o controle de processos foram usadas plataforma <i>on-line</i> Trello e planilha em Excel |

Fonte: Autor (2024).

Segundo o Manual de Gerenciamento do Risco de FOD, este refere-se a qualquer objeto localizado na área de movimento do aeródromo ou aeroporto que não esteja relacionado à operação aeroportuária ou na aeronave, representando um perigo para a operação das aeronaves. Portanto, esses objetos devem ser tratados como um risco dentro do gerenciamento da segurança operacional do aeródromo (ANAC, 2022b).

Uma das formas de mensurar o risco na segurança operacional é a combinação da probabilidade com a severidade que são previstas em relação às consequências, bem como, com os resultados do perigo. O perigo é definido como a condição ou objeto com potencial de causar ou contribuir acidente ou incidente à aeronave (ICAO, 2016).

De acordo com o RBAC nº 153 (2024) é essencial identificar a presença de FOD e adotar as medidas necessárias para mitigar ou eliminar os riscos associados. Este processo detalha ações e práticas recomendadas para o gerenciamento de risco relacionado ao FOD, abordando o Controle de FOD em etapas, prevenção, detecção, remoção, avaliação e melhoria contínua (ANAC, 2022; ANAC, 2024).

O acidente do Concorde da Air France, em 25 de julho de 2000, que resultou na morte de 113 pessoas, foi causado por FOD, levando à perfuração de um tanque de combustível e à queda da aeronave durante a decolagem. O caso evidenciou a necessidade de aprimorar a inspeção e o controle de FOD, impactando diretamente a segurança operacional. Como resposta, regulamentos foram revisados e medidas preventivas mais rigorosas foram implementadas para mitigar riscos semelhantes (ANAC, 2022b).

Todo FOD coletado pode ser registrado, analisado e avaliado, mesmo que não seja completamente identificado. A análise dos dados de FOD, incluindo sua provável origem e potenciais fontes, permite identificar tendências e orientar as medidas de controle. A origem do FOD, especialmente detritos do pavimento ou acostamento, deve ser investigada, pois sua geração contínua pode necessitar de intervenções nas OM, no pavimento de pátios, táxis, pistas ou vias pavimentadas, além de intensificar os procedimentos de remoção nas áreas de maior ocorrência (ANAC, 2022b).

O resultado da análise inclui a severidade estimada do FOD, o método mais comum para classificar e agrupar FOD baseia-se na análise da probabilidade (Quadro 5, seção 3.2.1) e da severidade (Quadro 4, seção 3.2.1) do dano que pode ser causado pela colisão ou ingestão de FOD pelas aeronaves na pista, ou pelo impacto

do FOD sobre pessoas, aeronaves, veículos ou propriedades. Assim, a classificação de risco considera o risco oferecido pelo FOD (ANAC, 2022).

De acordo com o site oficial da Base Conjunta *San Antonio*, as caminhadas FOD, ou em inglês, ou *FOD Walk* são realizadas regularmente para garantir a segurança operacional de aeronaves e pilotos. Essas caminhadas, que envolvem a inspeção minuciosa da pista e áreas adjacentes por equipes distribuídas uniformemente, são cruciais para prevenir danos catastróficos aos motores, componentes delicados e sistemas de controle das aeronaves (Patterson, 2022).

Além de proteger os ativos militares e civis, essas ações mitigam riscos financeiros significativos, já que os danos causados por FOD custam à indústria aeroespacial entre 4 e 13 bilhões de dólares anualmente, incluindo despesas com reparos, atrasos de voo e perda de eficiência operacional (Patterson, 2022).

Para a Coleta dos FOD, usou-se três ferramentas (Jain; Prasad; Gupta, 2022): i) FOD *Bin* (FODB, em português, Lata Coletora de Objeto Estranho com potencial para causar Dano); ii) FOD *Walk* (FODW, em português, caminhada periódica para coleta de Objeto Estranho com potencial para causar Dano); iii) FOD *Magnetic Sweepers* (FODMS, em português, Coletor Magnético de Objeto Estranho com potencial para causar Dano).

Todo conteúdo recolhido foi fotografado, pesado e quantificado, após esses registros os dados foram inseridos em planilha Excel. Paralelo a isso, *briefings* foram realizados de modo a conscientizar as equipes para a redução de produção de FOD.

O procedimento operacional padrão adotado nesta pesquisa para os diferentes FOD foram: i) FODB foram recolhidos no primeiro dia útil do mês, para as OM Aerobat e Brasil Aviation, em que todos os FODB (ou seja, coletores) estavam devidamente identificados com placares; ii) FODW (ou seja, caminhadas) foram realizadas todas as segundas-feiras durante todo o período do estudo de caso na OM Brasil Aviation, e somente durante uma oportunidade na OM Aerobat; iii) FODMS foi construído (ou seja, coletor magnético), e, após sua conclusão, foi utilizado uma vez por semana de modo a coletar os FOD que não eram encontrados nas caminhadas. O FODMS desenvolvido na OM Brasil Aviation foi capaz de auxiliar na redução de FOD.

Observou-se uma grande quantidade de FOD na OM Brasil Aviation, sendo um possível causador de danos conforme previsto no MGSO disponibilizado por ambas as empresas, em que foi necessária a mitigação dessa condição de perigo. Um coletor magnético foi construído com ímãs de neodímio e começou a ser utilizado na empresa

para auxiliar na remoção de FOD, onde o equipamento auxiliou na redução de FOD e foi bem aceito na organização. Paralelo a isso, palestras de conscientização quanto a produção de FOD foram realizadas, o que também auxiliou na redução de FOD.

Para uma acurácia, controle e análise de FOD, além da criação da ferramenta física “FODMS”, criou-se uma planilha com *Software* Excel para inserir dados e controlar os índices de FOD. Quando os índices estavam elevados, a informação era passada à OM, e, quando estavam baixos os resultados eram comemorados, no sentido de mitigar o FOD na OM. De maneira similar, os processos que antes eram utilizados em quadro, estes foram modificados com a utilização de planilha em Excel e plataforma *on-line* Trello.

Outra ferramenta foi criada, com base em um Relato Voluntário a respeito do coletor de óleo, em decorrência de uma dificuldade na operação dos mecânicos em drenar óleo dos aviões com o coletor anteriormente usado.

#### **3.2.4 Ferramentas de gerenciamento de risco e implementação da cultura organizacional**

O desenvolvimento das ferramentas para o controle de risco e de implementação da cultura organizacional da Segurança Operacional em Organizações de Manutenção, com base na fundamentação documental, ocorreu com a aplicação da metodologia descrita no Quadro 7. Na sequência, discussões técnico-científicas acerca da metodologia empregada serão apresentadas para justificar o desenvolvimento da ferramenta para o controle de risco e implementação da cultura organizacional.

Cada Organização de Manutenção (OM) certificada deve possuir, no mínimo, processos organizados e procedimentos formalizados por escrito, como o MGSO, que garantam a adoção de todas as ações necessárias para manter um nível aceitável de segurança operacional. Isso inclui também a gestão dos riscos relacionados aos perigos previamente identificados, além de a OM usar o MGSO, ela também possui o Manual da Organização de Manutenção (MOM) e o Manual de Controle da Qualidade (MCQ), os quais são manuais essenciais para garantir a conformidade, a segurança e a padronização dos serviços de manutenção (ANAC, 2024c).

Quadro 7 - Ferramenta desenvolvida, fundamentação documental e metodologia empregada para o gerenciamento de risco e implementação da cultura organizacional

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ferramenta desenvolvida</b>  | Ferramentas de gerenciamento de risco e de implementação da cultura organizacional                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Fundamentação documental</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ferramentas da qualidade de Stolzer, Halford, Goglia / 2011 (Livro ISBN-13: 978-8564429000)</li> <li>2. MCQ, MOM, / 2024 (Aerobat e Brasil Aviation)</li> <li>3. RBAC nº 43 / 2021 (ANAC)</li> <li>4. IS 145.214-001B / 2018 (ANAC)</li> <li>5. Livro do Montgomery e Runger / 2011 (John Wiley &amp; Sons)</li> </ol> |
| <b>Metodologia empregada</b>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulário de análise de Riscos.</li> <li>2. Alertas de Segurança Operacional</li> <li>3. Estatísticas de RT, APRS e IR da OM usando dados fornecidos</li> <li>4. Uso de palestras na conscientização da cultura organizacional</li> </ol>                                                                             |

Fonte: Autor (2024).

As OM devem seguir critérios de regulação e manuais de fabricante na execução da manutenção aeronáutica, ou seja, controle documental. O RBAC nº 43 define quem está autorizado a realizar os serviços, os métodos aceitáveis de execução e os registros necessários para garantir a rastreabilidade e a segurança das operações. Dessa forma, o regulamento assegura que os procedimentos adotados estejam em conformidade com os padrões técnicos e com a legislação da aviação civil brasileira (BRASIL, 2021).

Segundo a IS 145.214-001-B (2018), o gerenciamento de riscos de uma OM deve ser feito pelo SGSO, e a forma da gestão deve estar contida no MGSO em conformidade com a respectiva IS. A OM deve estabelecer e sustentar um processo que garanta o acompanhamento e a análise do desempenho relacionado à segurança operacional. Esse processo deve permitir a verificação da eficácia das ações de avaliação e controle de riscos à segurança, estando alinhado aos critérios de escalabilidade descritos na subseção 5.2 da IS (BRASIL, 2018).

Outro controle que deve ser feito na OM é o controle do Índice de Retrabalho (IR), o qual deve ser reportado regularmente pela Organização de Manutenção à ANAC, conforme exigido pelos critérios estabelecidos (BRASIL, 2018).

É fundamental que a OM implemente ações que fortaleçam a cultura de segurança, promovendo a qualificação adequada de seus profissionais e garantindo o cumprimento dos requisitos normativos (BRASIL, 2018).

Esse índice é enviado periodicamente pelo Gestor de Segurança Operacional ou o Gestor Responsável, devendo ser controlado e a tendência de Retrabalhos deve ser mantida em um nível menor ou igual ao que é previsto no MGSO. Tanto para a OM Aerobat como para a OM Brasil Aviation, esse índice deve permanecer igual ou menor à 5%.

Existem ferramentas básicas da qualidade que podem ser aplicadas de maneira conjunta ou separadamente no SGSO dentro das OM, que incluem fluxogramas, gráficos de Pareto, diagramas de causa e efeito, gráficos de controle, listas de verificação, diagramas de dispersão e histogramas (Stolzer; Halford; Goglia, 2011).

Dentre os princípios aplicados à Segurança Operacional com foco nas OM, estão o foco no cliente, na liderança, no desenvolvimento das pessoas, na abordagem por processos, na abordagem sistêmica para a gestão, na melhoria contínua, na abordagem baseada em fatos para a tomada de decisões, e em manter relações mutuamente benéficas com fornecedores (Stolzer; Halford; Goglia, 2011).

Após a produção de ferramentas físicas, os processos de melhorias eram enviados Alertas de Segurança Operacional à toda OM Brasil Aviation, para que os funcionários ficassem cientes das novidades. O envio desses alertas está previsto no Manual de Gerenciamento de Segurança Operacional (MGSO), ou seja, a divulgação.

As OM Aerobat e Brasil Aviation disponibilizaram para esta pesquisa os seus Manuais de Gerenciamento da Segurança Operacional, em que ambos possuem um IR de até 5%. Durante a pesquisa, na OM Brasil Aviation, foram disponibilizados os dados (RT e APRS) no período de 2022 a 2024, para posterior cálculo de Índice de Retrabalho (IR). A OM Aerobat não disponibilizou dados suficientes para cálculo de IR.

Os dados de RT, APRS e IRT foram inseridos em planilha Excel para acompanhar a evolução. Para calcular o IR é necessário fazer a divisão do número Retrabalhos (RT) com o número de Aprovações para o Retorno ao Serviço (APRS). O intervalo de confiança de IR foi calculado pela média aritmética mais ou menos o fator t-Student que multiplica o desvio padrão dividido pela raiz quadrada de N (Montgomery; Runger, 2011). Posteriormente os dados contabilizados para a Brasil Aviation, conforme IS nº 145.214-001 (2018).

E ainda, adicionalmente, para a OM Brasil Aviation, foram realizadas palestras para conscientização e preenchimento de Relatórios de Reporte, implementação de

*briefings e debriefings* (ou seja, em português, reuniões pré e pós operação), capacitação (formação) acerca da Segurança Operacional da Gestão da Manutenção de aviões para a conscientização da cultura organizacional e mitigação do risco. Dentre as palestras realizadas, em especial, a primeira, foi concedido um certificado que uma imagem deste, pode ser visualizada no Anexo C.

## **CAPÍTULO 4**

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No presente capítulo, após os quatro métodos estabelecidos nas subseções 3.2.1 a 3.2.4, serão apresentados e discutidos os resultados qualitativos e quantitativos, que compreendem as ferramentas desenvolvidas e os procedimentos operacionais padrão empregados nas Organizações de Manutenção (OM), e que elucidam os objetivos específicos.

#### **4.1 FERRAMENTAS PARA O CONTROLE DE RISCO**

A seguir, nas seções 4.1.1 e 4.1.2 os procedimentos, para alcançar as ferramentas para o controle de risco gerado por reportes voluntários de perigo, serão apresentados por estudos de caso para a OM Aerobat e OM Brasil Aviation, respectivamente.

O Reporte Voluntário de Perigo (RVP) trata-se de uma importante ferramenta para o controle de perigos na OM, a qual assegura que o perigo em potencial seja reconhecido e identificado, a partir dessa é possível selecionar controles do perigo, atribuir a responsabilidade pela implantação dos controles, medir e monitorar a eficácia do controle posteriormente (Stolzer; Halford; Goglia, 2011).

##### **4.1.1 Ferramentas de controle de Risco para a Aerobat**

O antigo modelo usado pela Aerobat era o Relato de Prevenção (RELPREV) conforme pode ser visto na imagem pela Figura 16, obtido pelo *site* do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER). O Relatório de Reporte era disponibilizado de modo impresso e ficava em uma caixa específica no hangar, no entanto, esse modelo foi substituído pelo Relato Voluntário de Segurança Operacional (RVSO), pois o RELPREV não é mais utilizado em Organizações de Manutenção.

Figura 16 - Relato de Prevenção descontinuado pelas Organizações de Manutenção

# RELATO DE PREVENÇÃO - RELPREV

## AIR SAFETY REPORT - ASR

O RELPREV é um relatório voluntário acessível a qualquer pessoa que deseje comunicar um evento, ocorrência, condição ou circunstância com potencial para afetar a Segurança de Voo Operacional. Este relatório não necessita ser identificado, mas, caso o relator se identifique, ele será informado sobre o tratamento das informações prestadas.

ASR is a voluntary report accessible to anyone wishing to report an event, occurrence, condition, or circumstance with the potential to affect Safety. This report does not need to be identified, but if the reporter identifies himself, he will be informed about the treatment of the information provided.

### DADOS GERAIS DO RELATO (REPORT INFORMATION)

LOCAL (PLACE)

DATA (DATE)  HORA (TIME)

### PESSOAL ENVOLVIDO E/OU AERONAVE (PERSONNEL AND/OR AIRCRAFT INVOLVED)

### SITUAÇÃO (SITUATION)

email/telefone para contato (contact information)

Relator (Reporter)

### ENCAMINHAMENTO DO ELO-SIPAER/PROVEDOR

(TO BE FILLED BY BRAZILIAN SAFETY PERSONNEL)

NÚMERO ELO-SIPAER / ANO

DO:

PARA:

DATA

ASSINATURA

### PARECER DO SETOR RESPONSÁVEL

ASSINATURA

### AÇÕES ADOTADAS PELO SETOR RESPONSÁVEL

AVLIAÇÃO DO RISCO

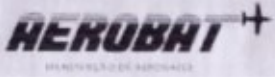
ASSINATURA

Fonte: SIPAER (2024b).

O modelo atual RVSO da OM pode ser observado na Figura 17 (próxima página), trata-se de um formulário de RVSO que reporta situações inseguras nas operações habituais dentro da OM. O agente pode relatar no RVSO a descrição da ocorrência, o local, o material envolvido, a data, sendo possível identificar-se ou não. Esse RVSO não tem caráter punitivo, e é analisado pelo setor competente e posteriormente são tomadas ações mitigadoras.

A Escola de Aviação Civil PLA e a OM Aerobat desenvolveram um sistema de Relato da Aviação Civil que seja voluntário, confidencial e não punitivo, no que diz respeito a erros não premeditados ou inadvertidos, exceto em casos que envolvam negligência ou violação intencional. Os RVSO ficam armazenados dentro da caixa de relatos até que o Gestor Responsável colete os relatos para serem analisá-los, como observa-se na Figura 18 (logo após a Figura 17). Porém, esses relatos, após analisados, são arquivados fisicamente em papel na OM, sujeitos a deteriorar em relação ao tempo, não há automatismo para registro e controle de RVSO.

Figura 17 - Relato Voluntário de Segurança Operacional



**Aerobat Manutenção de Aeronaves**  
(COM nº 1910-61/ANAC)  
Rua Francisco Valois, s/n  
Aeroporto Civil de Anápolis, Hangar 14  
CEP: 75.104-280 – Anápolis/GO

**Formulário para Relato Voluntário de Segurança Operacional**

**Reporte qualquer situação ou ocorrência que você achar que seja insegura**

|                                                              |  |
|--------------------------------------------------------------|--|
| Descrição da ocorrência de segurança operacional             |  |
| Local da ocorrência (sala, hangar etc.)                      |  |
| Material envolvido (ferramentas, equipamentos, manuais etc.) |  |
| Data                                                         |  |
| Nome do relator (deixar em branco para relato anônimo)       |  |

**AVISO:** o formulário de relato voluntário de ocorrências de segurança operacional serve para auxiliar a organização a identificar perigos e condições inseguras. É política da empresa tratar o sistema de relatos voluntários apenas para fins de segurança operacional.

Fonte: Autor, com permissão da Aerobat (2024).

Figura 18 - Caixa de Relatos Voluntários de Segurança Operacional



Fonte: Autor, com permissão da Aerobat (2024).

Observou-se a possibilidade de resolver a questão de arquivamento e controle de dados de RVSO, pois a OM possui somente registros impressos em papel. Para isso, foi elaborado um sistema de registro e controle que atendesse a OM. Outro ponto observado durante a pesquisa foi que a OM usa um modelo de matriz de risco 3 x 3, ou seja, um modelo mais simples e menos preciso.

Foi sugerido que em suas próximas atualizações de Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO), utilizem a matriz 5 x 5. As duas matrizes foram implementadas no mesmo sistema, para que pudessem fazer a transição. Os modelos de estimativas de probabilidade e de severidade utilizados pela OM podem ser observados pelos Quadros 8 e 9, na próxima página.

Quadro 8 - Modelo de estimativa de probabilidade (3 x 3) da ANAC

| Nível | Probabilidade | Descrição                                                             |
|-------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 3     | provável      | Ocorre rotineiramente, 1 ou mais vezes por ano                        |
| 2     | possível      | Ocorre 1 vez a cada 2 anos                                            |
| 1     | improvável    | Apenas uma ocorrência em 5 anos, em circunstâncias muito particulares |

Fonte: Adaptado de BRASIL (2018).

O Modelo de Estimativa de Probabilidade mede a probabilidade de ocorrência de um evento indesejado, comumente utilizado no gerenciamento de riscos na aviação. Esse modelo é uma parte importante do processo da análise de risco, ajudando a quantificar a frequência com que um perigo pode levar a um evento adverso (BRASIL, 2018).

Quadro 9 - Modelo de estimativa de severidade (3 x 3) da ANAC

| Nível | Severidade    | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C     | catastrófico  | Ocorrências de: acidente de aeronave atribuído com fatores contribuintes incluindo manutenção inadequados, incluindo desde lesões graves até fatalidades; graves danos ou perda total de equipamentos ou instalações da organização; impactos ambientais graves, de larga escala ou de grande repercussão; sanções administrativas pela ANAC, envolvendo pessoal habilitado da oficina ou seus responsáveis (GR ou RT); suspensão do certificado pela ANAC; processos/credibilidade da organização; críticas pelos meios de comunicação; impactos políticos de alto nível. |
| B     | significativo | Ocorrências de: dificuldades em serviço em mais de uma aeronave atribuída como consequência de serviços de manutenção inadequados realizados; lesões moderadas a qualquer pessoa; danos materiais de valor moderado aos equipamentos ou instalações da organização; impactos ambientais moderados; pelo menos uma autuação pela ANAC; limitações operacionais pela ANAC; pelo menos uma denúncia contra a oficina.                                                                                                                                                         |
| A     | menor         | Ocorrência de dificuldade em serviço em uma aeronave atribuída aos serviços de manutenção inadequados realizados. Ausência de lesões a qualquer pessoa ou danos materiais significativos, impactos ambientais negligenciáveis.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2018).

O Modelo de Estimativas de Severidade mede o impacto potencial de um evento indesejado, avaliando a gravidade das consequências caso o evento ocorra. Esse modelo é uma parte importante do processo de análise de risco, utilizado para entender as possíveis repercussões de perigos identificados (BRASIL, 2018).

As diferenças entre matrizes de risco 3 x 3 e 5 x 5 podem ser observadas na Figura 19. A OM optou em usar a matriz de risco 3 x 3 e não a 5 x 5, apesar de a matriz utilizada pela organização ser menos precisa, porém é mais simples. Sugeriu-se a implementação de aplicação da matriz 5 x 5 para que possam ter dados mais precisos e um controle assertivo com a implementação de planilhas automatizadas, as quais foram confeccionadas exclusivamente para a OM, após analisar o caso e suas necessidades.

Figura 19 - Matrizes de Risco - severidade e probabilidade

|               |   |            | Severidade |               |         |       |              |
|---------------|---|------------|------------|---------------|---------|-------|--------------|
|               |   |            | A          | B             | C       | D     | E            |
|               |   |            | 1          | 2             | 3       | 4     | 5            |
|               |   |            | menor      | significativo | crítico | maior | catastrófico |
| Probabilidade | 5 | frequente  | 6          | 7             | 8       | 9     | 10           |
|               | 4 | ocasional  | 5          | 6             | 7       | 8     | 9            |
|               | 3 | provável   | 4          | 5             | 6       | 7     | 8            |
|               | 2 | improvável | 3          | 4             | 5       | 6     | 7            |
|               | 1 | raro       | 2          | 3             | 4       | 5     | 6            |

|               |   |            | Severidade |               |         |
|---------------|---|------------|------------|---------------|---------|
|               |   |            | A          | B             | C       |
|               |   |            | 1          | 2             | 3       |
|               |   |            | menor      | significativo | crítico |
| Probabilidade | 3 | provável   | 4          | 5             | 6       |
|               | 2 | possível   | 3          | 4             | 5       |
|               | 1 | improvável | 2          | 3             | 4       |

Fonte: Autor, adaptado de (BRASIL, 2018).

Os modelos de matriz de risco apresentados na Figura 19 foram adaptados com a distribuição de peso quanto a probabilidade e severidade, em que anteriormente possuíam uma descrição alfanumérica que não demonstrava o peso numérico, apenas. Nesta pesquisa, propôs-se a definição do peso com as atribuições de 1 a 3 (matriz 3 x 3) ou 1 a 5 (matriz 5 x 5), da menor para a maior probabilidade, e de 1 a 3 ou 1 a 5 para a maior severidade.

Na matriz 3 x 3, os valores e percentuais dos elementos da matriz são distribuídos em intervalos percentuais referente à classificação de níveis de risco baixo, moderado e extremo. O valor 0 corresponde ao intervalo de 0% a 16,67% de possibilidade de ocorrência. O valor 2 está no intervalo de 16,67% a 33,33%. O valor

3 abrange de 33,33% a 50%. O valor 4 vai de 50% a 66,67%. O valor 5 está entre 66,67% e 83,33%. Por fim, o valor 6 se refere ao intervalo de 83,33% a 100%.

Na matriz 5 x 5, os valores e percentuais dos elementos da matriz são distribuídos em intervalos percentuais referente à classificação de níveis de risco, baixo, moderado, elevado e extremo. O valor 0 corresponde ao intervalo de 0% a 10%. O valor 2 está no intervalo de 10% a 20%. O valor 3 abrange de 20% a 30%. O valor 4 vai de 30% a 40%. O valor 5 está entre 40% e 50%. O valor 6 se refere ao intervalo de 50% a 60%. O valor 7 está no intervalo de 60% a 70%. O valor 8 abrange de 70% a 80%. O valor 9 vai de 80% a 90%. Por fim, o valor 10 se refere ao intervalo de 90% a 100%.

A Figura 20 apresenta os níveis de risco de forma alfanumérica e sua classificação, baixa, moderada e extrema referente à matriz de risco 3 x 3, em que essa classificação indicará posteriormente uma ação necessária.

Figura 20 - Nível de Risco para a matriz 3 x 3

| Níveis de risco | Classificação |
|-----------------|---------------|
| 2C, 3B, 3C      | Extremo       |
| 1C, 1B, 2B, 3A  | Moderado      |
| 1A, 2A          | Baixo         |

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2018).

As ações demandadas na matriz de risco 3 x 3 descritas na Figura 21 (próxima página), em que as fórmulas e formatações executam as funções (Figura 21) demonstradas nas Figura 22 e 23, essas ações devem ser seguidas em conformidade com a respectiva Instrução Suplementar (IS) 145.214-001B da ANAC. Para executar a ação demandada, a OM precisa confrontar as informações de Relatos de Reporte na Análise de Risco com as ações da IS. Porém, com o sistema automatizado que é um dos resultados desta pesquisa, basta inserir os dados e o sistema indica a ação demandada, conforme exemplos apresentados nas Figuras 22 e 23 (próximas páginas).

Observa-se na Figura 22 um modelo já automatizado da matriz de risco em que o profissional preenche os dados. O sistema faz a análise e a classificação, demonstrando o risco e o peso daquela condição de insegurança observada no Relatório de Reporte.

Figura 21 - Ações demandadas conforme matriz 3 x 3

| Ações demandadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>* Interrupção imediata das atividades determinada pelo GR, com envio de informação ao CSO, RSO e à ANAC;</li><li>* GASO elabora plano de ação em até 24h após informação ao GR;</li><li>* Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo GR;</li><li>* Envio imediato do plano de ação para conhecimento da ANAC; e</li><li>* Retorno às atividades após implementação eficaz do plano de ação, mediante autorização do GR e comunicação à ANAC.</li></ul>                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>* Atividades mantidas sob restrições temporárias por determinação do pelo GASO, GR, com informação ao CSO, RSO e à ANAC;</li><li>* Restrições operacionais definidas pelo CSO subsidiado;</li><li>* GASO elabora plano de ação em até 48h após informação ao GR;</li><li>* Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo GR ou RSO;</li><li>* Monitoramento das restrições temporárias pelo GR ou RSO;</li><li>* Retorno às condições normais de operação, mediante comprovação da eficácia do plano de ação pelo GR ou RSO, com informação à ANAC.</li></ul> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>* Atividades mantidas sob restrições temporárias definidas pelo GASO, com informação ao RSO;</li><li>* GASO elabora plano de ação em até 120h após informação ao GR;</li><li>* Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo RSO;</li><li>* Monitoramento das restrições temporárias pelo RSO; e</li><li>* Retorno às condições normais de operação, mediante comprovação da eficácia do plano de ação pelo RSO, com informação ao CSO.</li></ul>                                                                                                             |

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2018).

Figura 22 - Classificação inicial da avaliação da matriz de riscos (3 x 3)

| Probabilidade | Severidade    | p | s | classificação da avaliação inicial de riscos | risco          | Peso     |
|---------------|---------------|---|---|----------------------------------------------|----------------|----------|
| Provável      | Significativo | 3 | B | <b>3B</b>                                    | <b>Extremo</b> | <b>5</b> |

Fonte: Autor (2024).

A Figura 22 demonstra toda a classificação inicial de riscos, o nível de risco e o peso da condição, os quais foram automatizados para a classificação da avaliação inicial de riscos, classificação da avaliação final de riscos para as matrizes 3 x 3 e 5 x 5. Pode ser observado em Apêndice A as fórmulas em *Visual Basic for Applications*

(VBA) aplicadas a cada alça, para a automatização de processos da planilha. Também foram aplicados outros processos, como de validação de dados para inserir opções, formatação condicional de células, para aplicar as regras de cores em conformidade com as matrizes da IS nº 145.214-001 (2018).

O exemplo hipotético descrito na matriz da Figura 22, ou seja, uma simulação, classifica as operações em nível extremo, sendo necessário seguir as ações demandadas na IS supracitada. As fórmulas com formatações condicionais aplicadas na planilha em Excel indicam a classificação inicial segundo a Figura 23, porém de forma automatizada.

Figura 23 - Matriz automatizada para classificação inicial (3 x 3)

| Figura 26 - Matriz automatizada para classificação inicial (6 x 6) |                  |           |            |      |                                 |                                                                      |      |               |            |               |   |                                              |       |          |   |
|--------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|------------|------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------|---------------|------------|---------------|---|----------------------------------------------|-------|----------|---|
|                                                                    | A                | B         | C          | D    | E                               | F                                                                    | G    | H             | I          | J             | K | L                                            | M     | N        | O |
|                                                                    | nº da ocorrência | local     | data       | hora | pessoal envolvido e/ou aeronave | Situação - Perigo identificado                                       | arte | Probabilidade | Severidade | p             | s | classificação da avaliação inicial de riscos | risco | Pes      |   |
| 1                                                                  |                  |           |            |      |                                 |                                                                      |      |               |            |               |   |                                              |       |          |   |
| 2                                                                  | XX               | Hangar OM | 07/02/2024 | -    | Não respondido                  | Acúmulo de materiais, ferramentas e equipamentos na área de trabalho | -    | -             | Possível   | Significativo | 2 | B                                            | 2B    | Moderado | 4 |
| 3                                                                  |                  |           |            |      |                                 |                                                                      |      |               |            |               |   |                                              |       |          |   |
| 4                                                                  |                  | -         |            |      | -                               |                                                                      |      |               |            |               |   |                                              |       |          |   |
| 5                                                                  |                  |           |            |      |                                 |                                                                      |      |               |            |               |   |                                              |       |          |   |
| 6                                                                  |                  |           |            |      |                                 |                                                                      |      |               |            |               |   |                                              |       |          |   |
| 7                                                                  |                  |           |            |      |                                 |                                                                      |      |               |            |               |   |                                              |       |          |   |

Fonte: Autor (2024).

No intuito de precisão no controle de riscos e perigos, todos os RVSO cedidos de forma documental pela OM foram inseridos de modo digital na planilha em Excel, nas diferentes abas. Observa-se na Figura 23 um formato geral de sua funcionalidade já em operação. As fórmulas aplicadas nas células e formatações condicionais da planilha em Excel permitem um controle das situações de perigos identificados, a classificação inicial, classificação final e as ações demandadas.

Quando o RVSO é coletado pelo Gestor de Segurança Operacional e analisado com a equipe GASO, a equipe analisa em conjunto o relato, faz uma classificação da avaliação inicial de riscos para que seja tomada uma ação demandada inicial, porém isso é feito de forma documental (em papel) e não há registros digitais automatizados.

A Figura 24 (próxima página) demonstra a classificação demandada automática na matriz 3 x 3 para que sejam tomadas as devidas providências quanto à classificação 2B. A planilha demonstra a classificação inicial, o risco, o peso e as ações demandadas.

Figura 24 - Ação demandada inicial (3 x 3)

| AH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | AI       | AJ   | AK               | AL |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|------------------|----|
| Classificação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Risco    | Peso | Ações demandadas |    |
| 2B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Moderado | 4    |                  |    |
| <p><b>* Atividades mantidas sob restrições temporárias por determinação do pelo GASO, GR, com informação ao CSO, RSO e à ANAC;</b></p> <p><b>* Restrições operacionais definidas pelo CSO subsidiado;</b></p> <p><b>* GASO elabora plano de ação em até 48h após informação ao GR;</b></p> <p><b>* Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo GR ou RSO;</b></p> <p><b>* Monitoramento das restrições temporárias pelo GR ou RS;</b></p> <p><b>* Retorno às condições normais de operação, mediante comprovação da eficácia do plano de ação pelo GR ou RSO, com informação à ANAC.</b></p> |          |      |                  |    |

Fonte: Autor (2024).

Após a tratativa da situação do perigo inicial realizadas pela equipe do GASO da OM, em que a equipe analisa a descrição da situação, sendo o perigo, a consequência, a ação demandada, as medidas de mitigação, e a conclusão; define-se a nova probabilidade e severidade quanto ao caso. Porém, os registros também são feitos em papel e depois armazenados ou arquivados. Para minimização do armazenamento e otimização gerenciamento, inclusive para consulta posterior, a planilha automatizada serve de auxílio na gestão.

Observa-se na Figura 25 a classificação final do risco, o risco, se a demanda foi finalizada ou não, o peso da classificação. Após tomar as medidas de mitigação pela equipe GASO, a classificação tem a tendência de diminuir, diminuindo a situação da classificação final frente à classificação inicial. Na planilha automatizada estão classificados os RVSO e suas tratativas, as quais servem como uma otimização em processos de controle em relação ao que a OM estabelece até então.

Figura 25 - Matriz automatizada para classificação final (3 x 3)

|   | T                                        | U                                                                       | V                                                                                                                                            | W                                   | X                                                                                                                  | Y                                                                                | Z             | AA         | AB | AC | AD                                         | AE    | AF         | AG   |
|---|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|----|----|--------------------------------------------|-------|------------|------|
|   | Descrição da situação                    | Perigo                                                                  | Consequência                                                                                                                                 | Ação demandada                      | Medidas de mitigação                                                                                               | Conclusão                                                                        | Probabilidade | Severidade | p  | s  | classificação da avaliação final de riscos | risco | demanda    | peso |
| 1 | acúmulo de materiais na área de trabalho | risco de obstrução de saída de emergência e risco de queda de materiais | o acúmulo de materiais pode bloquear as saídas de emergência em caso de incêndio ou outro acidente. Materiais empilhados podem cair e causar | implementação de medida de controle | os trabalhadores devem ser treinados para usar os EPIs corretamente e para identificar os riscos de cada atividade | Materiais devem ser armazenados em local adequado, de forma segura e organizada. | Possível      | Menor      | 2  | A  | 2A                                         | Baixo | Finalizada | 2    |
| 2 |                                          |                                                                         |                                                                                                                                              |                                     |                                                                                                                    |                                                                                  |               |            |    |    |                                            |       |            |      |
| 3 |                                          |                                                                         |                                                                                                                                              |                                     |                                                                                                                    |                                                                                  |               |            |    |    |                                            |       |            |      |
| 4 |                                          |                                                                         |                                                                                                                                              |                                     |                                                                                                                    |                                                                                  |               |            |    |    |                                            |       |            |      |
| 5 |                                          |                                                                         |                                                                                                                                              |                                     |                                                                                                                    |                                                                                  |               |            |    |    |                                            |       |            |      |
| 6 |                                          |                                                                         |                                                                                                                                              |                                     |                                                                                                                    |                                                                                  |               |            |    |    |                                            |       |            |      |
| 7 |                                          |                                                                         |                                                                                                                                              |                                     |                                                                                                                    |                                                                                  |               |            |    |    |                                            |       |            |      |

Fonte: Autor (2024).

A Figura 26 demonstra a classificação demandada de forma automática na matriz 3 x 3, em relação às providências quanto à nova classificação 2A.

Figura 26 - Ação demandada final (3 x 3)

| Classificação | Risco | Peso | Ações demandadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1A            | Baixo | 3    | <ul style="list-style-type: none"><li>* Atividades mantidas sob restrições temporárias definidas pelo GASO, com informação ao RSO;</li><li>* GASO elabora plano de ação em até 120h após informação ao GR;</li><li>* Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo RSO;</li><li>* Monitoramento das restrições temporárias pelo RSO; e</li><li>* Retorno às condições normais de operação, mediante comprovação da eficácia do plano de ação pelo RSO, com informação ao CSO.</li></ul> |

Fonte: Autor (2024).

A planilha demonstra a classificação final, o risco, o peso e as ações demandadas. Essa ação demandada final está dentro do nível de segurança aceitável para as operações, pois observa-se inclusive pela formatação condicional em que se classifica a coloração verde segundo a IS 145.214-001 da matriz 3 x 3.

4.1.2 Ferramentas de controle de Risco para a Brasil Aviation

A Brasil Aviation desenvolveu um sistema de Relatos Voluntários de Perigo (RVP) condizente aos RVSO citados anteriormente, em que os relatos (Figura 27, próxima página) são submetidos eletronicamente através de acesso online disponibilizado na Organização por meio de um *QR Code* padrão, que pode ser visto na Figura 28 (páginas adiante). Este recurso está acessível em placas localizadas estrategicamente, ou seja, em corredores, banheiros, áreas de trabalho e demais locais de fácil acesso para mecânicos, agentes administrativos, tripulações e visitantes interessados em relatar condições inseguras que possam afetar as operações aéreas (Brasil Aviation, 2024c).

Figura 27 - Relato Voluntário de Segurança Operacional digital da Brasil Aviation

Local

Data

dd/mm/aaaa

Hora

Pessoal Envolvido e/ou Aeronave

Situação

Nome (Opcional)

Contato (Opcional)

Enviar

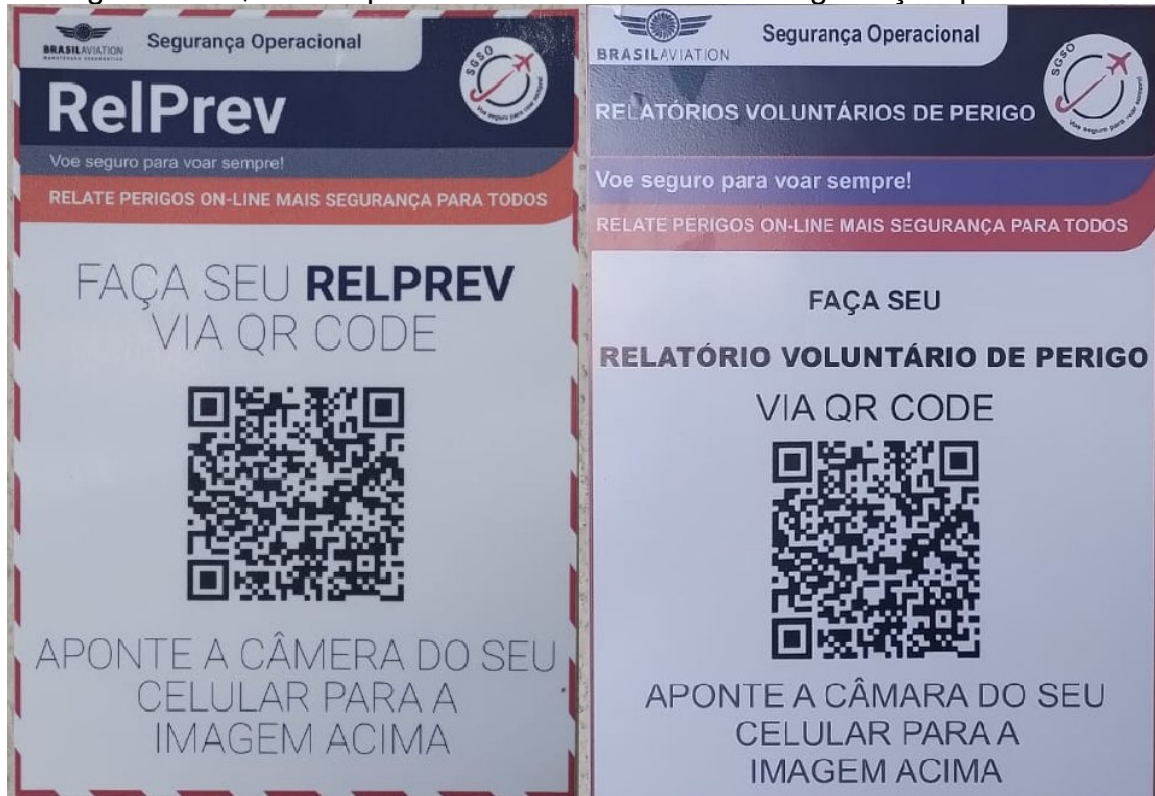
Fonte: Autor (2024).

A análise inicial pelo SGSO determina se o relato se enquadra como um Relato Voluntário de Perigo ou um Relatório de Prevenção de Perigo (RELPREV), dependendo do potencial e impacto nas operações. Após o registro, o relato é encaminhado automaticamente à Gerência de SGSO para avaliação, sendo registrado e numerado conforme protocolo definido na base de dados do SGSO, detalhado na seção do Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO), Informação de Perigo (IP) (Brasil Aviation, 2024c).

O Grupo de Ação de Segurança Operacional (GASO) pode ser convocado para analisar e propor ações em resposta aos Relatos Voluntários de Perigo, como o que pode ser observado na Figura 28. Buscando tratar efetivamente as condições inseguras reportadas, todas as ações são documentadas e arquivadas na base de dados local do SGSO, assegurando transparência e registro completo do processo. O

relator recebe *feedback* sobre as medidas adotadas, a menos que o relato seja feito anonimamente, respeitando a política de confidencialidade da Organização prevista no MGSO (Brasil Aviation, 2024c).

Figura 28 - QR Code para Relatos Voluntários de Segurança Operacional



Fonte: Autor, com permissão da Brasil Aviation (2024).

O prazo para resposta e conclusão de um ciclo preventivo iniciado por um RVP pode variar significativamente, dependendo da complexidade da situação relatada. As medidas adotadas podem incluir revisão de procedimentos, manuais, mudanças culturais, alocação de recursos e investimentos, além de análises técnicas e reuniões envolvendo o SGSO, GASO e outras partes relevantes. O ciclo é concluído com um *feedback* ao relator, garantindo que todas as preocupações sejam tratadas de maneira adequada e que medidas preventivas eficazes sejam implementadas para promover a segurança operacional contínua (Brasil Aviation, 2024c).

A OM usa a matriz 5 x 5. As duas matrizes foram implementadas no mesmo sistema para que pudessem fazer a transição. Os modelos de estimativas de probabilidade e de severidade utilizados pela OM podem ser observados no Quadro 10 e no Quadro 11 (próxima página).

Quadro 10 - Modelo de estimativa de probabilidade (5 x 5)

| <b>Nível</b> | <b>Probabilidade</b> | <b>Descrição</b>                                                       |
|--------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 5            | frequente            | Ocorre rotineiramente, em diversas circunstâncias                      |
| 4            | ocasional            | Ocorre de 1 a 3 vezes ao ano                                           |
| 3            | provável             | Ocorre uma vez a cada 2-5 anos                                         |
| 2            | improvável           | Ocorre uma vez a cada 6-9 anos                                         |
| 1            | raro                 | Apenas uma ocorrência em 10 anos, em circunstâncias muito particulares |

Fonte: Adaptado de BRASIL (2018).

O Modelo de Estimativa de Probabilidade mede a probabilidade de ocorrência de um evento indesejado, comumente utilizado no contexto de gerenciamento de riscos na aviação. Esse modelo é uma parte essencial do processo de análise de risco, ajudando a quantificar a frequência com que um perigo pode levar a um evento adverso (BRASIL, 2018).

O Modelo de Estimativas de Severidade, Figura 29 (página adiante), mede o impacto potencial de um evento indesejado, avaliando a gravidade das consequências caso o evento ocorra. Esse modelo é uma parte importante do processo de análise de risco, utilizado para entender as possíveis repercussões de perigos identificados (BRASIL, 2018).

O modelo de matriz de risco da Figura 29 foram adaptados com a distribuição de peso quanto a probabilidade e severidade, anteriormente possuíam uma descrição alfanumérica que não demonstrava o peso, como já discutido na seção anterior. A proposta consiste com a definição do peso, sendo atribuído de 1 a 5, da menor para a maior probabilidade, e de 1 a 5 para a maior severidade.

O que difere é que conforme a matriz usada pelo CENIPA e ANAC, a Severidade é definida através de letras/números e a aplicada neste trabalho usa números para os pesos. Na matriz 5 x 5, os valores e percentuais são distribuídos em intervalos percentuais referentes às classificações de níveis de risco, baixo, moderado, elevado e extremo.

Quadro 11 - Modelo de estimativas de Severidade (5 x 5)

| Nível | Severidade    | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E     | catastrófico  | Ocorrência de: acidente de pelo menos uma aeronave atribuído a serviços de manutenção inadequados realizados resultando em pelo menos uma fatalidade; perda total de equipamentos ou instalações da organização independente dos valores; perda total de bens de terceiros independente dos valores; impactos ambientais de larga escala ou repercussão com danos superiores à R\$ W; sanções administrativas pela ANAC, envolvendo pessoal habilitado da oficina ou seus responsáveis (GR, RSO e RT); suspensão do certificado pela ANAC; processos/ações judiciais; condenações penais; danos à imagem/credibilidade da organização; críticas pelos meios de comunicação; impactos políticos de alto nível. |
| D     | maior         | Ocorrência de: acidente de pelo menos uma aeronave atribuído a serviços de manutenção inadequados realizados; lesões graves a qualquer pessoa, e que requeiram internações superiores 5 dias ou tratamentos médicos superiores à R\$ Y ou a 90 dias; danos aos equipamentos ou instalações da organização limitados à R\$ Z; danos materiais de terceiros superiores a R\$ X; danos ambientais limitados à R\$ W; autuações pela ANAC, envolvendo pessoal habilitado da oficina ou seus responsáveis (GR, RSO e RT); reincidência de denúncias contra a oficina; reincidência de autuações pela ANAC; aumento da limitações operacionais imposto pela ANAC                                                    |
| C     | crítico       | Ocorrência de: dificuldades em serviço em aeronaves de mais de um operador atribuídas a serviços de manutenção inadequados realizados; lesões moderadas a qualquer pessoa, e que requeiram internações de até 5 dias ou tratamentos médicos limitados à R\$ Y ou a 90 dias; danos materiais (da organização ou terceiros) superiores a R\$ X; várias denúncias contra a oficina; múltiplas autuações pela ANAC.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| B     | significativo | Ocorrências de: dificuldades em serviço em mais de uma aeronave de um mesmo operador atribuídas aos serviços de manutenção inadequados realizados; lesões a qualquer pessoa, e que requeiram primeiros socorros; danos materiais (da organização ou de terceiros) limitados a R\$ X; pelo menos uma denúncia contra a oficina; pelo menos uma autuação pela ANAC.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| A     | menor         | Ocorrência de pelo menos uma dificuldade em serviço em uma aeronave de um operador atribuída aos serviços de manutenção inadequados realizados; não há lesões a qualquer pessoa ou danos materiais significativos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Fonte: Adaptado de BRASIL (2018).

Figura 29 - Matriz de Risco

|               |   |            | Severidade |               |         |       |              |
|---------------|---|------------|------------|---------------|---------|-------|--------------|
|               |   |            | A          | B             | C       | D     | E            |
|               |   |            | 1          | 2             | 3       | 4     | 5            |
|               |   |            | menor      | significativo | crítico | maior | catastrófico |
| Probabilidade | 5 | frequente  | 6          | 7             | 8       | 9     | 10           |
|               | 4 | ocasional  | 5          | 6             | 7       | 8     | 9            |
|               | 3 | provável   | 4          | 5             | 6       | 7     | 8            |
|               | 2 | improvável | 3          | 4             | 5       | 6     | 7            |
|               | 1 | raro       | 2          | 3             | 4       | 5     | 6            |

Fonte: Adaptado de BRASIL (2018).

Os intervalos de probabilidade de ocorrência para os valores dos elementos (2 a 10) da matriz da Figura 29, seguem os mesmos percentuais apresentados anteriormente, logo após a apresentação da Figura 19.

A Figura 30 apresenta os níveis de risco de forma alfanumérica e sua classificação, baixa, moderada e extrema referente à matriz de risco 5 x 5, sendo que essa classificação indicará posteriormente uma ação necessária.

Figura 30 - Nível de Risco para a matriz 5 x 5

| Níveis de risco                    | Classificação |
|------------------------------------|---------------|
| 3E, 4D, 4E, 5C, 5D, 5E             | Extremo       |
| 1E, 2D, 2E, 3C, 3D, 4B, 4C, 5A, 5B | Elevado       |
| 1C, 1D, 2B, 2C, 3A, 3B, 4A         | Moderado      |
| 1A, 1B, 2A                         | Baixo         |

Fonte: Adaptado de BRASIL (2018).

As ações demandadas na matriz de risco 5 x 5 descritas na Figura 31 (próxima página), em que as fórmulas e formatações executam as funções (Figura 31) demonstradas nas Figura 32 e 33 (próximas páginas), essas ações devem ser seguidas em conformidade com a respectiva Instrução Suplementar (IS) 145.214-001B da ANAC. Para executar a ação demandada, a OM precisa confrontar as informações de Relatos de Reporte na Análise de Risco com as ações da IS. Porém, com o sistema automatizado que é um dos resultados desta pesquisa, basta inserir

os dados e o sistema indica a ação demandada, conforme exemplos apresentados nas Figuras 32 e 33.

Figura 31 - Ações demandadas conforme matriz 5 x 5

| Ações demandadas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Interrupção imediata das atividades determinada pelo GR, com envio de informação ao CSO, RSO e à ANAC; GASO elabora plano de ação em até 24h após informação ao GR; Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo GR; Envio imediato do plano de ação para conhecimento da ANAC; e Retorno às atividades após implementação eficaz do plano de ação, mediante autorização do GR e comunicação à ANAC.                                                                                     |
| Atividades mantidas sob restrições temporárias por determinação do GASO, GR, com informação ao CSO, RSO e à ANAC; Restrições operacionais definidas pelo CSO subsidiado; GASO elabora plano de ação em até 48h após informação ao GR; Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo GR ou RSO; Monitoramento das restrições temporárias pelo GR ou RS; Retorno às condições normais de operação, mediante comprovação da eficácia do plano de ação pelo GR ou RSO, com informação à ANAC. |
| Atividades mantidas sob restrições temporárias definidas pelo GASO, com informação ao RSO; GASO elabora plano de ação em até 120h após informação ao GR; Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo RSO; Monitoramento das restrições temporárias pelo RSO; e Retorno às condições normais de operação, mediante comprovação da eficácia do plano de ação pelo RSO, com informação ao CSO.                                                                                             |
| Não requer ações imediatas; não requer acionamento do GASO, a princípio; Ações de controle rotineiras estabelecidas pelos gerentes locais, em conformidade com os procedimentos padronizados em vigor; Acionamento do GASO pelo gerente local, caso as ações de controle rotineiras não produzam os efeitos esperados; e GASO prossegue no monitoramento das condições operacionais, na coordenação das ações subsequentes, e informação ao RSO, caso necessário.                          |

Fonte: Adaptado de BRASIL (2018).

Observa-se na Figura 32 (próxima página) um modelo já automatizado da matriz de risco, em que o profissional preenche os dados durante a análise e apenas o campo de probabilidade e severidade, e, o sistema faz toda a análise e classificação, demonstrando o risco e o peso daquela condição de insegurança observada no reporte.

A Figura 32 demonstra toda a classificação inicial de riscos, o nível de risco e o peso da condição, os quais foram automatizados para a classificação da avaliação inicial de riscos, classificação da avaliação final de riscos para as matrizes 5 x 5. Pode ser observado em Apêndice A as fórmulas em *Visual Basic for Applications* (VBA), aplicadas a cada alça para a automatização de processos em planilha Excel. Também foram aplicados outros processos como de validação de dados para inserir opções,

formatação condicional de células para aplicar as regras de cores em conformidade com as matrizes da IS nº 145.214-001 (2018).

Figura 32 - Classificação inicial da avaliação da matriz de riscos (5 x 5)

| Probabilidade | Severidade   | p | s | classificação da avaliação inicial de riscos | risco          | Peso      |
|---------------|--------------|---|---|----------------------------------------------|----------------|-----------|
| Frequente     | Catastrófico | 5 | E | <b>5E</b>                                    | <b>Extremo</b> | <b>10</b> |

Fonte: Autor (2024).

O exemplo descrito na matriz da Figura 32, ou seja, um caso realístico, classifica as operações em nível extremo, sendo necessário seguir as ações demandadas na IS supracitada. As fórmulas com formatações condicionais aplicadas na planilha em Excel indicam a classificação inicial segundo a Figura 33, porém de forma automatizada.

Figura 33 - Matriz automatizada para classificação inicial (5 x 5)

|   | A                | B        | C          | D    | E                              | F                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | G     | H             | I            | J | K | L                                            | M       | N    | O |
|---|------------------|----------|------------|------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|--------------|---|---|----------------------------------------------|---------|------|---|
|   | nº da ocorrência | local    | data       | hora | peçoal envolvido e/ou aeronave | Situação - Perigo identificado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | parte | Probabilidade | Severidade   | p | s | classificação da avaliação inicial de riscos | risco   | Peso |   |
| 1 | XX               | Aeronave | 30/03/2023 | -    | Aeronave                       | Risco de Fauna. A aeronave esteve em voo de manutenção para balanceamento. Voo reto nivelado, estabilizado a 4.000ft e 105 kt. A ave estava em mergulho descendente, somente vimos o vulto sem tempo hábil para desvio e bateu entre a fuselagem e o parabrisa esquerdo na parte superior do parabrisa. O parabrisa quebrou e a ave ficou presa. O Mecânico a bordo puxou a ave para dentro da aeronave evitando que ela se desprendesse e atingisse outras partes externas da aeronave. Como em análise inicial não identificamos danos estruturais, nem feridos sérios a bordo seguimos em segurança, com a aeronave controlada, até o aeródromo SBNV. Ao pousar identificamos que somente os estilhaços do parabrisa geraram somente aranhões superficiais em quem estava a bordo e que o sangue a bordo era somente da ave. | -     | Frequente     | Catastrófico | 5 | E | 5E                                           | Extremo | 10   |   |
| 2 |                  |          |            |      |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |               |              |   |   |                                              |         |      |   |
| 3 |                  |          |            |      |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |               |              |   |   |                                              |         |      |   |
| 4 |                  |          |            |      |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |               |              |   |   |                                              |         |      |   |
| 5 |                  |          |            |      |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |               |              |   |   |                                              |         |      |   |
| 6 |                  | -        |            |      | Pessoal                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |               |              |   |   |                                              |         |      |   |
| 7 |                  |          |            |      |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |               |              |   |   |                                              |         |      |   |

Fonte: Autor (2024).

De forma similar ao relatado anteriormente, no intuito de precisão no controle de riscos e perigos, todos os RVP cedidos de forma digital (previsto no MGSO) pela OM foram inseridos do mesmo modo na planilha em Excel, nas diferentes abas. Na Figura 33 observa-se um formato geral de sua funcionalidade já em operação. Com a

mesma metodologia desenvolvida, as fórmulas aplicadas nas células e formatações condicionais da planilha em Excel permitem um controle das situações de perigos identificados, a classificação inicial, classificação final e as ações demandadas.

Quando o RVP é coletado pelo Gestor de Segurança Operacional e analisado com a equipe GASO, a equipe analisa em conjunto o relato, faz uma classificação da avaliação inicial de riscos para que seja tomada uma ação demandada inicial, porém isso é feito de forma digital.

A Figura 34 demonstra a classificação demandada automática na matriz 5 x 5 para que sejam tomadas as devidas providências quanto ao exemplo da classificação 5E. A planilha demonstra a classificação inicial, o risco, o peso e as ações demandadas.

Figura 34 - Ação demandada inicial (5 x 5)

| Classificação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Risco   | Peso | Ações demandadas |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|------------------|
| 5E                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Extremo | 10   |                  |
| <b>Interrupção imediata das atividades determinada pelo GR, com envio de informação ao CSO, RSO e à ANAC; GASO elabora plano de ação em até 24h após informação ao GR; Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo GR; Envio imediato do plano de ação para conhecimento da ANAC; e Retorno às atividades após implementação eficaz do plano de ação, mediante autorização do GR e comunicação à ANAC.</b> |         |      |                  |

Fonte: Autor (2024).

A Brasil Aviation, segundo seu MGSO, usa o Formulário de Análise de Riscos conforme Figura 35 (próxima página), o qual é usado para identificar o perigo genérico, componentes específicos de perigo, consequências relacionadas com o perigo, defesas/controles para controlar o risco, nível do risco, defesas/controles para reduzir o nível do risco, o nível de risco posterior e o responsável pela ação (Brasil Aviation, 2024c).

As informações de perigo relacionadas aos RVP são armazenadas em planilha Excel, como pode ser observado na Figura 36 (próxima página). O Gestor do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional, com suporte do GASO, é responsável por conduzir a identificação de potenciais perigos na empresa. Todos os colaboradores têm a capacidade de identificar condições inseguras durante suas atividades, fornecendo dados que serão analisados pelo SGSO, podendo incluir o

GASO na fase de "Validação e Análise Inicial". Estratégias proativas, como análises de tendências, são utilizadas para identificar perigos (Brasil Aviation, 2024c).

Figura 35 - Formulário de Análise de Riscos

| Nº | Perigo genérico | Componentes específicos do perigo | Consequências relacionadas com o perigo | Defesas/controles existentes para controlar o risco (situação antes da mitigação) | Nível de risco | Defesas/controles propostos para reduzir o nível de risco (medidas de mitigação) | Nível de risco final | Responsável por implementar as ações e prazo |
|----|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|
|----|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|

Fonte: Autor, com permissão da Brasil Aviation (2024).

Figura 36 - Informações de Perigo relatadas em RVP

| IP - INFORMAÇÃO PERIGO_RELPREV_GERENCIAMENTO RISCOS |                |                        |                     |                |                                                                          |                       |                 |                                                                                   |                              |               |                   |                     |                                                                                              |
|-----------------------------------------------------|----------------|------------------------|---------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------|-------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nº                                                  | Situação Atual | Análise de Pertinência | Fonte de Informação | Tipificação    | Descrição do Assunto Perigo Genérico                                     | Codificação do Perigo | Localização     | Ciclo / past (ver hiperlink)                                                      | Setor responsável            | Data Abertura | Data Encerramento | Tempo de Tratamento | TRATATIVAS AÇÕES                                                                             |
| 003                                                 | ENCERRADO      | PERTINENTE             | RELPREV ONLINE      | Infraestrutura | Inexistência de lixeira no hangar para descarte de materiais infectantes | A-43 Não aplicável    | Pátio principal | <a href="#">#38220-01-01: Infraestrutura de lixeiras sanitárias e de resíduos</a> | Coordenador Predial (Homero) | 20/09/2022    | 29/09/2022        | 9                   | Aquisição de um lixeira destinada e sinalizada para uso de descarte de material contaminante |

Fonte: Autor, com permissão da Brasil Aviation (2024).

Após a fase inicial de validação, o Gestor de Segurança Operacional (GSO), com possível participação do GASO, compila os perigos identificados em um banco de dados conforme o formulário apresentado no Apêndice 05 do MGSO da OM - Formulário para Base de Dados de Perigos. A identificação de perigos visa também relacionar esses eventos aos processos pertinentes do Sistema de Controle de Qualidade da organização, proporcionando informações importantes para o tratamento dos riscos. A análise desta base de dados permite identificar padrões recorrentes ou situações mais frequentes que demandam priorização no gerenciamento de riscos (Brasil Aviation, 2024c).

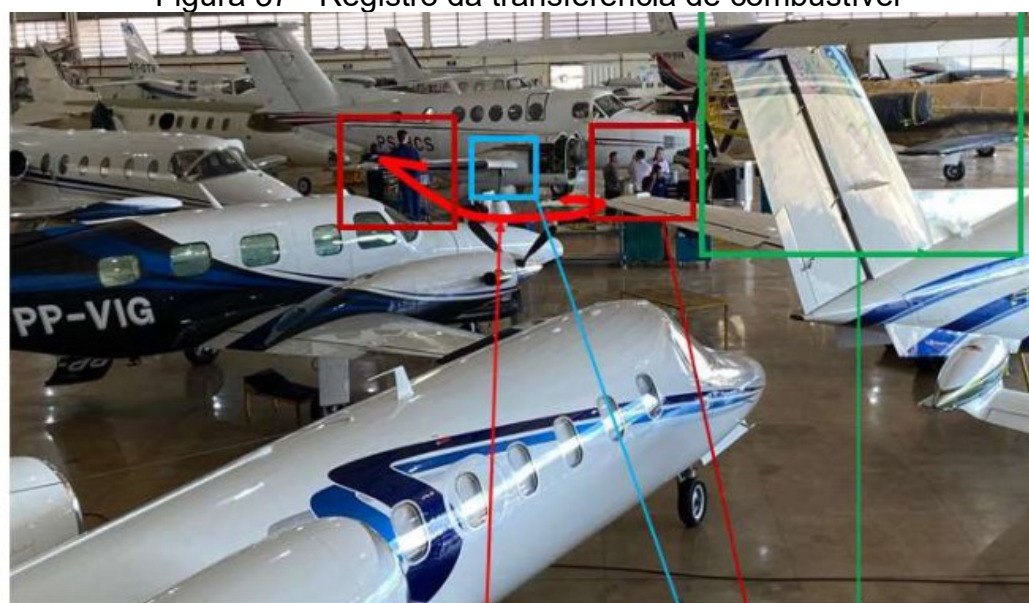
A Brasil Aviation apresentou um relatório de perigo observado pelo Agente de Segurança Operacional, identificado como Relatório de Identificação de Perigo (RIP). O incidente foi imediatamente registrado como ciclo preventivo Relatório 09/24 das empresas Brasil Vida e Brasil Aviation, após alerta da equipe. O objetivo primário desses relatórios é aumentar a segurança operacional da aviação civil, sem implicar responsabilidades ou penalidades (Brasil Aviation, 2024d).

Especificamente no setor de Manutenção, a empresa destaca a importância de seguir rigorosamente os procedimentos para abastecimento ou transferência de combustível, realizando-os exclusivamente em áreas externas ventiladas, longe de

equipamentos de teste de radar e unidades de potência auxiliar em operação, sem realizar tais atividades dentro de hangares ou ambientes fechados (Brasil Aviation, 2024b).

No dia 14 de março de 2024, ocorreu a transferência de combustível do tanque 01 para o tanque 02 do avião em questão, realizado dentro do hangar, com saídas bloqueadas, equipes executando manutenção ao redor da aeronave, potência auxiliar conectada ao avião, com a presença de outros equipamentos próximos, conforme detalhado no Relatório da Brasil Aviation, conforme fotografia apresentada na Figura 37 (Brasil Aviation, 2024a).

Figura 37 - Registro da transferência de combustível



01) Mangueira utilizada para transferência de combustível;

02) Fonte de Energia (GPU) conectada à aeronave;

03) Rotas de fuga obstruídas;

04) Equipes laborando no entorno da aeronave;

Fonte: Autor, com permissão da Brasil Aviation (2024d).

É possível observar na fotografia (Figura 37), o registro da ocorrência com a presença de equipes trabalhando entorno do avião, rotas de fuga obstruídas, fonte de energia conectada ao avião, mangueiras utilizadas para transferência de combustível. O Gestor de Segurança Operacional fez a análise do risco segundo probabilidade e severidade usando a matriz de risco. Constatou-se que a tolerabilidade do risco estava em nível inaceitável conforme imagem de formulário em papel, conforme Figura 38 (Brasil Aviation, 2024b).

Figura 38 - Análise do Risco da transferência de combustível

| Tipo de Operação ou Atividade                                | Perigo Genérico                                                                       | Componente específico do perigo                                                                               | Consequência relacionada ao perigo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Defesas existentes para controlar o risco e índice de risco                                                                                                                                                                          | Defesas adicionais para reduzir o risco e índice de risco resultante                                                                                                                                                                                                                                        | Pessoa Responsável                                                 |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| - Destaqueio / transferência / abastecimento de combustível. | - Destaqueio/ Abastecimento/ Transferência de combustível realizado dentro do hangar. | - Falta de confiabilidade e garantia no processo de transferência, devido à realização em ambiente impróprio. | - Transferência incorreta (local);<br>- Aplica-se também ao processo de Abastecimento ou Destaqueio (caso venha a ocorrer está incorreto);<br>- Explosão;<br>- Pouca possibilidade de fuga em caso de sinistro devido a obstrução das rotas.<br>- Danos Materiais / equipamentos / infraestrutura;<br>- Lesão ou morte;<br>- Danos em aeronave (s). | - Cobrança de exercício de abastecimento, transferência ou destaqueio de combustível da aeronave conforme as normas da ANAC estabelecidas no RBAC N°153.125.<br><br>Índice do Risco: 24<br>Tolerabilidade ao Risco: 960<br>Tolerável | 1-Reportar ao Gerente de Manutenção, para que seja tomada a ciência do fato e seja feita a cobrança quanto ao abastecimento correto;<br>2- Reforçar no Briefing de S.O. mensal destinado aos colaboradores da O.M. (agentes de manutenção)<br><br>Índice do Risco: 28<br>Tolerabilidade ao Risco: Aceitável | 1- Gerente de Manutenção.<br>2- Gerência de Segurança Operacional. |

Fonte: Autor, com permissão da Brasil Aviation (2024b).

Na análise de risco demonstrada na Figura 39 (próxima página) avaliou-se o tipo da operação, o perigo genérico, os componentes específicos de perigo, a consequência relacionada ao perigo, as defesas existentes para controlar o risco e o índice de risco, as defesas adicionais, as pessoas responsáveis. Após análise conjunta das áreas de SGSO da Brasil Aviation e Brasil Vida, concluiu-se que, após a implementação das medidas de mitigação de riscos, tanto a probabilidade quanto a severidade de eventos que possam causar danos durante o abastecimento, transferência ou destaqueio de aviões serão reduzidas a níveis aceitáveis para a Segurança Operacional (Brasil Aviation, 2024b).

Observa-se na imagem de um *print* da planilha automatizada (Figura 39), a qual possui as fórmulas automatizadas, diferente do modelo em editor de texto (por exemplo, *Microsoft Word*) que é impresso e aplicado pela empresa (Figura 38) para registro. A Ação demandada referente à Figura 39 pode ser observada na mesma planilha em Excel, como pode ser visto na Figura 40 (próxima página).

Figura 39 - Planilha automatizada

|   | T                     | U                       | V                               | W                                                           | X                                                                    | Z             | AA         | ABAC | AD | AE                                   |
|---|-----------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|------------|------|----|--------------------------------------|
|   | Descrição da situação | Perigo                  | Consequência                    | Defesas existentes para controlar o risco e índice de risco | Defesas adicionais para reduzir o risco e índice de risco resultante | Probabilidade | Severidade | p    | s  | classificação da avaliação de riscos |
| 1 |                       |                         |                                 |                                                             |                                                                      |               |            |      |    |                                      |
| 2 | Destaqueio /          | Destaqueio/             | ransferência incorreta (local); | Cobrança de exercício de                                    | 1-Reportar ao Gerente de                                             | Improvável    | Crítico    | 2    | C  | <b>2C</b><br><b>Moderado</b>         |
| 3 | transferência /       | Abastecimento/          | Aplica-se também ao processo    | abastecimento, transferência                                | Manutenção, para que                                                 |               |            |      |    |                                      |
| 4 | abastecimento         | Transferência de        | de Abastecimento ou             | ou destaqueio de                                            | seja                                                                 |               |            |      |    |                                      |
| 5 | de combustível        | combustível             | Destaqueio (caso venha a        | combustível da aeronave                                     | tomada a ciência do fato e                                           |               |            |      |    |                                      |
| 6 |                       | realizado dentro do     | ocorrer está incorreto);        | conforme as normas da ANAC                                  | seja feita a cobrança                                                |               |            |      |    |                                      |
| 7 |                       | hangar. Falta de        | Explosão;                       | estabelecidas no RBAC                                       | quanto                                                               |               |            |      |    |                                      |
|   |                       | confiabilidade e        | Pouca possibilidade de fuga em  | Nº153.125                                                   | ao abastecimento correto;                                            |               |            |      |    |                                      |
|   |                       | garantia no processo    | caso de sinistro devido a       |                                                             | 2- Reforçar no Briefing de                                           |               |            |      |    |                                      |
|   |                       | de                      | obstrução das rotas.            |                                                             | S.O. mensal destinado aos                                            |               |            |      |    |                                      |
|   |                       | transferência, devido à | Danos Materiais /               |                                                             | colaboradores da O.M.                                                |               |            |      |    |                                      |
|   |                       | realização em ambiente  | equipamentos / infraestrutura;  |                                                             | (agentes de manutenção)                                              |               |            |      |    |                                      |
|   |                       | impróprio               | Lesão ou morte;                 |                                                             |                                                                      |               |            |      |    |                                      |
|   |                       |                         | Danos em aeronave (s)           |                                                             |                                                                      |               |            |      |    |                                      |

Fonte: Autor (2024).

Figura 40 - Ação demandada secundária (5 x 5)

| Classificação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Risco           | Peso     | Ações demandadas |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|------------------|
| <b>2C</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>Moderado</b> | <b>5</b> |                  |
| <b>Atividades mantidas sob restrições temporárias definidas pelo GASO, com informação ao RSO; GASO elabora plano de ação em até 120h após informação ao GR; Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo RSO; Monitoramento das restrições temporárias pelo RSO; e Retorno às condições normais de operação, mediante comprovação da eficácia do plano de ação pelo RSO, com informação ao CSO.</b> |                 |          |                  |

Fonte: Autor (2024).

A ação demandada nessa planilha é de grande importância, pois ela já está automatizada em conformidade com a IS nº 145.214-001 (2018) da ANAC, a qual demonstra a Classificação do Risco, o tipo e o peso do risco, a ação demandada ao Gestor que tomará as devidas ações em conformidade com a IS.

#### 4.2 FERRAMENTA PARA O CONTROLE DE TOLERABILIDADE

Para essa parte dos estudos de caso um código em linguagem de programação em *Python* foi escrito, e essa ferramenta para o controle de tolerabilidade está disponível no Apêndice B, sendo uma linguagem de programação muito utilizada em Ciências Exatas e Tecnológicas (Wazlawick, 2017).

Com esta ferramenta desenvolvida, uma nova função foi adicionada para imprimir informações sobre a ação que deve ser executada pelo Gestor Responsável (GR), com base em legislação específica para o Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) em Oficina de Manutenção Aeronáutica, dependendo

da classificação obtida. Assim, o código (Apêndice B) é capaz de auxiliar na tomada de decisões com base na situação apresentada.

#### **4.2.1 Ferramenta de controle de tolerabilidade**

O código *Python* desenvolvido possibilita classificar as operações de acordo com a probabilidade e a severidade, em níveis inaceitáveis, aceitáveis com mitigação de risco ou aceitáveis e as ações correspondentes, estando de acordo com a Instrução Suplementar (IS) 145.214-001 (2018) para que sejam tomadas as devidas providências.

Esse processo pode auxiliar diversos profissionais envolvidos na aviação, como o Gestor Responsável (GR), o Gerente de Segurança Operacional (GSO), o Grupo de Ação de Segurança Operacional (GASO), entre outros, para tomarem decisões em situações adversas ou ações cotidianas para garantir a segurança operacional prevista no Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO), na Regulação respectiva, e no Documento 9859 publicado em 2018, da *International Civil Aviation Organization* (ICAO).

#### **4.2.2 Aplicação da ferramenta desenvolvida**

A aplicação da ferramenta em *Python* consiste em inserir um número no campo: “digite a probabilidade” de 1 a 5, na sequência; inserir uma letra no campo: “digite a severidade”. Após as inserções, o código declara a classificação da operação, em aceitável, ou aceitável com mitigação ou ainda inaceitável e as ações correspondentes. Por fim apresentou os dados conforme o Quadro 12 (próxima página).

Foram rodados 8 códigos (no Quadro 12 representado por R), com entradas alfanuméricas de probabilidade e severidade (no Quadro 12 representado por E), assim, o código classifica de forma automatizada a operação e apresenta uma ação correspondente a ser tomada pelo GSO, de acordo com os níveis de risco, realizando o controle da tolerabilidade.

Quadro 12 - Classificação de operações e ações correspondentes realizadas por meio de teste de tolerabilidade feita por código em *Python*. R: rodar; E: entrada

| Impressão do Código em Python | R  | E  | Saída do código escrito em <i>Python</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------|----|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | 1° | 5A | Selecione uma opção:<br>1. Matriz de Risco<br>Digite o número da opção desejada: 1<br>Digite a probabilidade (1 a 5): 5<br>Digite a severidade (A a E): A<br>A classificação da operação é: Operações aceitáveis: com mitigação de risco elevado<br>As ações correspondentes são: Atividades mantidas sob restrições temporárias por determinação do pelo GASO, GR, com informação ao CSO, RSO e à ANAC; Restrições operacionais definidas pelo CSO subsidiado; GASO elabora plano de ação em até 48h após informação ao GR; Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo GR ou RSO; Monitoramento das restrições temporárias pelo GR ou RS; Retorno às condições normais de operação, mediante comprovação da eficácia do plano de ação pelo GR ou RSO, com informação à ANAC.<br>PS C:\Users\franc> █ |
|                               | 2° | 4B | Selecione uma opção:<br>1. Matriz de Risco<br>Digite o número da opção desejada: 1<br>Digite a probabilidade (1 a 5): 4<br>Digite a severidade (A a E): B<br>A classificação da operação é: Operações aceitáveis: com mitigação de risco elevado<br>As ações correspondentes são: Atividades mantidas sob restrições temporárias por determinação do pelo GASO, GR, com informação ao CSO, RSO e à ANAC; Restrições operacionais definidas pelo CSO subsidiado; GASO elabora plano de ação em até 48h após informação ao GR; Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo GR ou RSO; Monitoramento das restrições temporárias pelo GR ou RS; Retorno às condições normais de operação, mediante comprovação da eficácia do plano de ação pelo GR ou RSO, com informação à ANAC.<br>PS C:\Users\franc> █ |
|                               | 3° | 5D | Selecione uma opção:<br>1. Matriz de Risco<br>Digite o número da opção desejada: 1<br>Digite a probabilidade (1 a 5): 5<br>Digite a severidade (A a E): D<br>A classificação da operação é: Operações inaceitáveis<br>As ações correspondentes são: Interrupção imediata das atividades determinada pelo GR, com envio de informação ao CSO, RSO e à ANAC; GASO elabora plano de ação em até 24h após informação ao GR; Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo GR; Envio imediato do plano de ação para conhecimento da ANAC; e Retorno às atividades após implementação eficaz do plano de ação, mediante autorização do GR e comunicação à ANAC.<br>PS C:\Users\franc> █                                                                                                                        |
|                               | 4° | 4E | Selecione uma opção:<br>1. Matriz de Risco<br>Digite o número da opção desejada: 1<br>Digite a probabilidade (1 a 5): 4<br>Digite a severidade (A a E): E<br>A classificação da operação é: Operações inaceitáveis<br>As ações correspondentes são: Interrupção imediata das atividades determinada pelo GR, com envio de informação ao CSO, RSO e à ANAC; GASO elabora plano de ação em até 24h após informação ao GR; Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo GR; Envio imediato do plano de ação para conhecimento da ANAC; e Retorno às atividades após implementação eficaz do plano de ação, mediante autorização do GR e comunicação à ANAC.<br>PS C:\Users\franc> █                                                                                                                        |
|                               | 5° | 1A | Selecione uma opção:<br>1. Matriz de Risco<br>Digite o número da opção desejada: 1<br>Digite a probabilidade (1 a 5): 1<br>Digite a severidade (A a E): A<br>A classificação da operação é: Ações para operações aceitáveis<br>As ações correspondentes são: Não requer ações imediatas: Não requer acionamento do GASO, a princípio; Ações de controle rotineiras estabelecidas pelos gerentes locais, em conformidade com os procedimentos padronizados em vigor; Acionamento do GASO pelo gerente local, caso as ações de controle rotineiras não produzam os efeitos esperados; e GASO prossegue no monitoramento das condições operacionais, na coordenação das ações subsequentes, e informação ao RSO, caso necessário.<br>PS C:\Users\franc> █                                                    |
|                               | 6° | 1B | Selecione uma opção:<br>1. Matriz de Risco<br>Digite o número da opção desejada: 1<br>Digite a probabilidade (1 a 5): 1<br>Digite a severidade (A a E): B<br>A classificação da operação é: Ações para operações aceitáveis<br>As ações correspondentes são: Não requer ações imediatas: Não requer acionamento do GASO, a princípio; Ações de controle rotineiras estabelecidas pelos gerentes locais, em conformidade com os procedimentos padronizados em vigor; Acionamento do GASO pelo gerente local, caso as ações de controle rotineiras não produzam os efeitos esperados; e GASO prossegue no monitoramento das condições operacionais, na coordenação das ações subsequentes, e informação ao RSO, caso necessário.<br>PS C:\Users\franc> █                                                    |
|                               | 7° | 3A | Selecione uma opção:<br>1. Matriz de Risco<br>Digite o número da opção desejada: 1<br>Digite a probabilidade (1 a 5): 3<br>Digite a severidade (A a E): A<br>A classificação da operação é: Operações aceitáveis: com mitigação de risco moderado<br>As ações correspondentes são: Atividades mantidas sob restrições temporárias definidas pelo GASO, com informação ao RSO; GASO elabora plano de ação em até 120h após informação ao GR; Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo RSO; Monitoramento das restrições temporárias pelo RSO; e Retorno às condições normais de operação, mediante comprovação da eficácia do plano de ação pelo RSO, com informação ao CSO.<br>PS C:\Users\franc> █                                                                                                 |
|                               | 8° | 1C | Selecione uma opção:<br>1. Matriz de Risco<br>Digite o número da opção desejada: 1<br>Digite a probabilidade (1 a 5): 1<br>Digite a severidade (A a E): C<br>A classificação da operação é: Operações aceitáveis: com mitigação de risco moderado<br>As ações correspondentes são: Atividades mantidas sob restrições temporárias definidas pelo GASO, com informação ao RSO; GASO elabora plano de ação em até 120h após informação ao GR; Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo RSO; Monitoramento das restrições temporárias pelo RSO; e Retorno às condições normais de operação, mediante comprovação da eficácia do plano de ação pelo RSO, com informação ao CSO.<br>PS C:\Users\franc> █                                                                                                 |

Fonte: Autor (2024).

No Quadro 12, observa-se que o procedimento é muito similar ao modelo em Excel apresentado anteriormente, para a matriz de risco, porém, adapta-se somente às matrizes de risco 5 x 5, não atendendo às matrizes 3 x 3. Outro ponto é que para rodar esse código é necessário usar sistemas que rodam o código desenvolvido (ferramenta desenvolvida conforme método da Seção 3.2.2) em *Python* e/ou a utilização de um executável na área de trabalho.

Ambas as Organizações de Manutenção (OM), Aerobat e Brasil Aviation, preferiram utilizar a planilha desenvolvida (ferramenta desenvolvida conforme método da Seção 3.2.1) com o *Software Microsoft* Excel, por possibilitar o desenvolvimento de planilhas com um *Software* conhecido já por várias décadas no setor empresarial e industrial.

#### 4.3 FERRAMENTAS PARA O CONTROLE DE FOD E PROCESSOS

De acordo com o Manual de Gerenciamento de Risco de FOD (*Foreign Object Debris/Damage*), em português, objeto estranho que pode causar danos, o FOD pode ser encontrado dentro de um ambiente aeroportuário, pista de pouso e decolagem, pátio, táxis, organizações de manutenção. Dentre os danos que podem ser causados por FOD, menciona-se, o furo em pneu, os danos às pás de hélice e a ingestão por motor; em que esses FOD podem ocasionar danos aos aviões e às pessoas, além de gerar custos elevados (ANAC, 2022).

O controle de FOD em aeroportos e Organizações de Manutenção (OM) é de grande importância, as organizações, por sua vez, são grandes produtoras de FOD e faz se necessário ter um controle rigoroso em suas dependências (ANAC, 2022).

Existem ferramentas capazes de auxiliar no controle da qualidade dentro da OM, aplicadas de maneira conjunta ou separadamente no Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO), incluem fluxogramas, gráficos, diagramas, listas de verificação, *checklists* (Stolzer; Halford; Goglia, 2011).

No contexto exposto, para as OM Aerobat e Brasil Aviation, as ferramentas de controle de FOD e processos serão relatados e discutidos

#### 4.3.1 Ferramentas de controle de FOD e processos para a Aerobat

Durante o estudo de caso, observou-se que a Escola de Aviação Civil PLA e OM Aerobat não possuem registros de FOD que se refere a objetos, materiais ou substâncias encontradas fora de sua localização apropriada, apresentando potencial risco de segurança. Esses FOD podem variar de ferramentas e componentes soltos a detritos e peças não utilizadas, podendo causar danos significativos se não forem detectados e removidos adequadamente.

Por outro lado, FOD é uma categoria específica de detritos ou fragmentos estranhos encontrados em locais críticos, como pistas de pouso, áreas de manutenção e instalações aeroportuárias. Gerenciar efetivamente o FOD é essencial para evitar danos a aeronaves e equipamentos, garantindo operações seguras e eficientes (ANAC, 2022).

O registro fotográfico da Lata de FODB (em inglês, FOD *Bin*) pode ser visualizada na Figura 41, em que nessa são depositados os objetos estranhos encontrados no pátio de operações dos aviões (arame de freio, arruelas, parafuso, porca, tampa etc.). Esse procedimento, de coleta, é realizado pelos funcionários e pessoal que ali circula. Até então, os objetos eram depositados, e sem uma periodicidade definida, eram descartados sem registro.

Figura 41 - Lata de FODB da Aerobat (2024)



Fonte: Fotografia tirada pelo autor com permissão da Aerobat (2024).

Essa situação foi identificada durante esta pesquisa (estudo de caso) e uma ferramenta do tipo planilha em Excel para o registro e controle de FOD. Com o registro das informações na planilha, esta demonstra o tipo de item, a quantidade de itens encontrados e são organizados de forma mensal por meio de gráficos.

Um *print* da planilha em Excel desenvolvida para o FODB é observada na Figura 42 com o registro e controle que permite a inserção de itens encontrados, além de realizar análises mensais e anuais. Esta planilha foi criada para contabilizar os objetos estranhos nas áreas operacionais (arame de freio, arruelas, grampo, lacre, lixa, limalha, parafuso, porca, rebite, tampa). Ela possibilita a inserção de dados detalhados por mês, fornecendo um panorama geral e que elenca a quantidade de itens encontrados. Essa ferramenta, inexistente anteriormente na OM Aerobat, facilita a gestão e o monitoramento de FODB, contribuindo para a manutenção da segurança operacional.

Figura 42 - Planilha de registro e controle de objetos estranhos encontrados

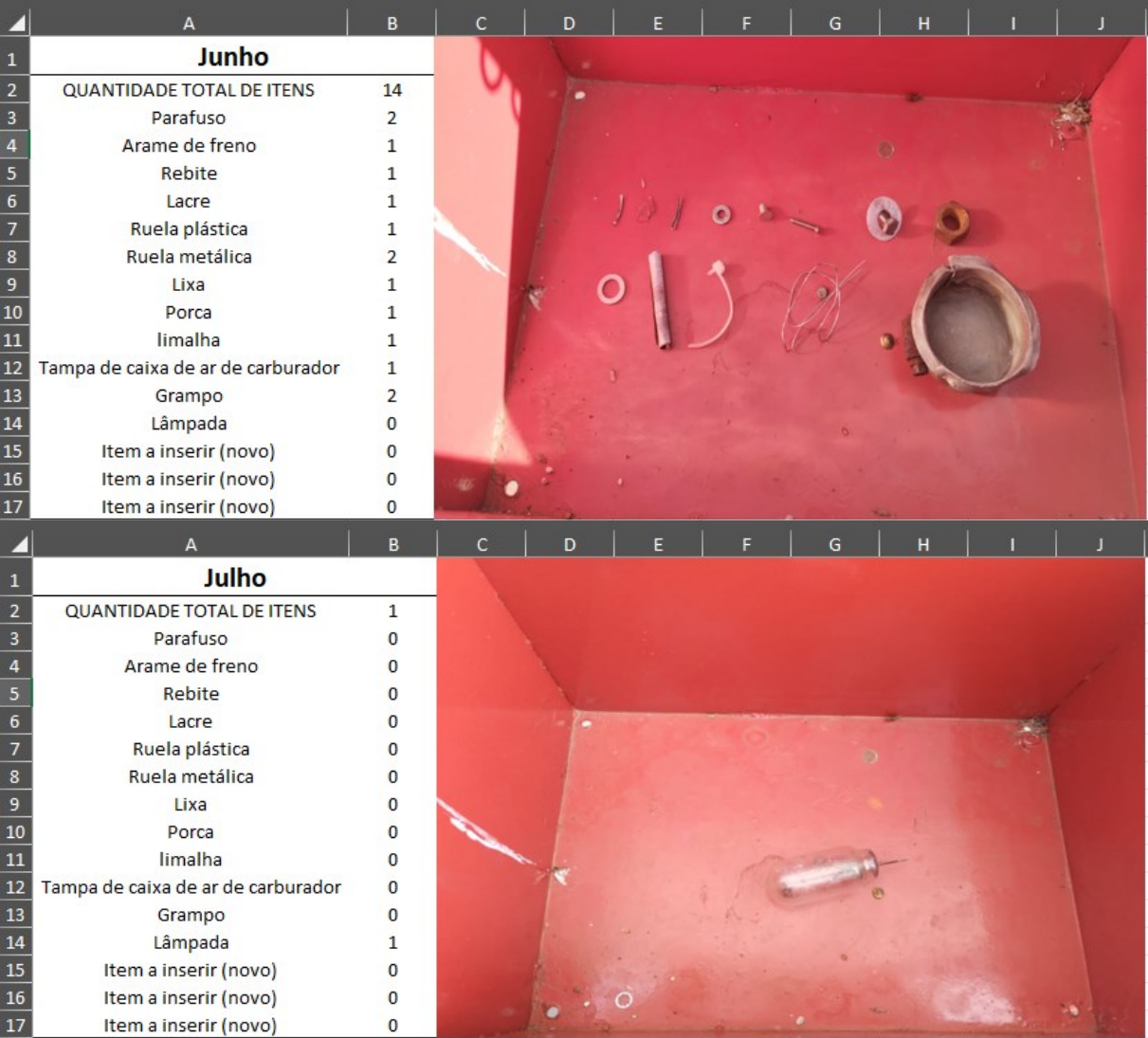
|    | A                                  | B   | C   | D   | E   | F   | G   | H   | I   | J   | K   | L   | M   | N      |
|----|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| 1  | ITENS ALTERÁVEIS                   | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | No ano |
| 2  | Parafuso                           | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2      |
| 3  | Arame de freio                     | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 4  | Rebite                             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 5  | Lacre                              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 6  | Ruela plástica                     | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 7  | Ruela metálica                     | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2      |
| 8  | Lixa                               | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 9  | Porca                              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 10 | limalha                            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 11 | Tampa de caixa de ar de carburador | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 12 | Grampo                             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2      |
| 13 | Lâmpada                            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 14 | Item a inserir (novo)              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0      |
| 15 | Item a inserir (novo)              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0      |
| 16 | Item a inserir (novo)              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0      |
| 17 | QUANTIDADE TOTAL DE ITENS          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 14  | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 15     |

Fonte: Autor (2024).

No controle de FODB referente ao mês de junho e julho de 2024, conforme evidenciado pelos dados quantitativos na planilha em Excel apresentada na Figura 42, foram identificados e registrados um total de 14 itens. Pela imagem apresentada na Figura 43 (próxima página), a qual é formada por print da planilha e uma fotografia da Lata FODB, apresenta-se uma visualização detalhada dos tipos de objetos

encontrados, proporcionando uma forma visual preciso dentro do sistema de controle. Este registro minucioso não apenas facilita a gestão operacional, mas também fortalece as práticas de segurança do risco ao monitorar de perto a presença e a frequência de objetos estranhos nas áreas designadas.

Figura 43 - Registros de objetos estranhos - Junho e Julho de 2024



Fonte: Fotografia tirada pelo autor com permissão da Aerobat (2024).

Durante a confecção da planilha em julho, uma lâmpada foi encontrada e catalogada como FODB, conforme observado na Figura 43.

Conforme a Agência Reguladora ANAC, a Lata de FODB nas áreas aeroportuárias é uma medida de segurança para coletar e descartar objetos estranhos que podem representar riscos para a aviação. Latas de FODB são estrategicamente posicionadas em locais de modo a facilitar a remoção rápida de detritos como

parafusos, peças soltas e outros materiais que podem danificar aeronaves ou causar acidentes se forem ingeridos pelos motores ou impactarem as superfícies críticas das aeronaves (aviões, neste caso) durante as operações (ANAC, 2022).

Dados referentes à quantidade de itens de FOD para os materiais recolhidos em julho de 2024, durante o processo de coleta por Coletor (FODB), estão disponíveis no Apêndice D e passaram por análise de dados, ou seja, pela representação tabular e planilha eletrônica.

#### **4.3.2 Ferramentas de controle de FOD e processos para a Brasil Aviation**

No estudo de caso com a empresa Brasil Aviation serão apresentados os resultados para o *Foreign Object Damage* (FOD, em português, Objeto Estranho), Aprovação para Retorno ao Serviço (APRS), Retrabalho e Melhoria de Processos.

Durante as pesquisas, identificou-se a necessidade de implementar uma ferramenta para a redução de FOD nas dependências da OM. A presença de FOD é comum em qualquer OM, e foi detectado um processo chamado caminhada FODW (em inglês, *FOD Walk*), em português, caminhada FOD, o qual já estava sendo adotado todas as segundas-feiras antes do início do expediente.

Apesar desse processo já ser um padrão na empresa, no entanto, foi detectado uma quantidade considerável de FOD encontrada tanto durante as caminhadas FODW, quanto nos coletores FODB. Em todo o início de mês os detritos de coletores são arquivados e segregados para compor dados mensais de mitigação de FOD. Contudo, como esse processo não é automatizado, criou-se uma ferramenta de registro e controle para a empresa. Esta ferramenta facilita o gerenciamento ao demonstrar dados estatísticos sobre o FOD.

Durante o estudo de caso, participou-se da caminhada FODW com funcionários de diferentes setores OM Brasil Aviation. A caminhada FODW consiste apenas em retirar os FOD em um dos dois pátios da OM, entretanto, essa caminhada não ocorre dentro do hangar. Esse detalhe foi percebido durante a pesquisa e um projeto de uma ferramenta física de coleta de FOD, que será abordada adiante, foi desenvolvido.

Em 15 de julho de 2024, foram coletados vários FOD no pátio da empresa, como observado na fotografia da Figura 44 (próxima página). Um total de 150 gramas de FOD foram coletados (arame de freio, arruelas, concreto, lacre, parafusos, pincel,

plástico, tecido, vegetais), durante a caminhada FODW, o que forneceu um quantitativo de 61 itens.

Figura 44 - Caminhada FOD Walk em 15 julho de 2024



Fonte: Fotografia tirada pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024).

Existem coletores específicos para descarte de FOD nas áreas operacionais da OM. O operador do aeródromo e as OM deverão estabelecer procedimentos para controlar o FOD, de acordo com o RBAC nº 153 (2024). As diversas áreas do aeródromo podem ser categorizadas conforme os diferentes níveis de risco de FOD, e cada nível de risco pode exigir procedimentos, coordenadores, controles ou defesas específicas. A Figura 48 trata-se de Coletores FOD externos.

Figura 48 - Coletores de FODB (área externa)



Fonte: Fotografia tirada pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024).

Os FOD observados no registro fotográfico na Figura 49 foram obtidos através dos coletores de FODB (em inglês, FOD *Bin*) externos, um total de 500 gramas, aproximadamente, contabilizando um total de 286 itens. Uma quantidade expressiva de itens FOD, para isso, viu-se a necessidade de criar uma ferramenta para otimizar a coleta e trabalhar na conscientização quanto à geração dos FOD.

Figura 49 - FOD externo referente ao mês de julho



Fonte: Fotografia tirada pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024).

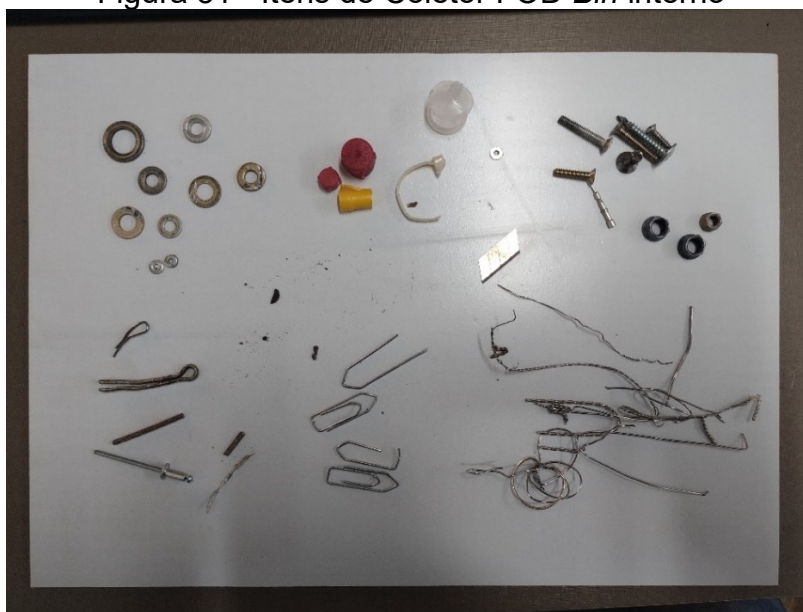
Com base no Manual de Gerenciamento do Risco de FOD, as diversas áreas da OM podem ser categorizadas conforme os diferentes níveis de risco de FOD, e cada nível de risco pode exigir procedimentos, coordenadores, controles ou defesas específicos (ANAC, 2022b).

Com base no manual acima, a Figura 50 (próxima página) apresenta uma imagem composta por duas fotografias de coletores FODB internos da OM Brasil Aviation.

Nos dois coletores internos foram obtidos aproximadamente 50 gramas de FOD em 15 de julho 2024 (contabilizando 42 itens), em que esses coletores internos estavam fixados nas paredes internas do hangar, sendo o local onde as manutenções são realizadas. Observam-se os FOD internos, coletados na parte interna, pela imagem da fotografia apresentada pela Figura 51 (próxima página).

Figura 50 - Coletores FOD *Bin* internos

Fonte: Fotografia tirada pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024).

Figura 51 - Itens de Coletor FOD *Bin* interno

Fonte: Fotografia tirada pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024).

Através da identificação de um número expressivo de FOD foi proposta a construção de uma ferramenta para auxiliar na coleta dos detritos e campanhas de conscientização. Também foi feita uma ferramenta de controle em planilha Excel para auxiliar na gestão do Gestor de SGSO.

A planilha de registro de controle de FOD pode ser observada em abas, por meio de um *print* apresentado do Apêndice E, as quais foram criadas durante o estudo

de caso de modo a auxiliar a OM para registro de FOD. Ressalta-se que esta ferramenta não existia anteriormente e serve como uma melhoria no controle desses processos. Pode ser observado que a maior quantidade de FOD são os arames de freio encontrados para um total de 126 itens FOD, e em segundo lugar estão as arruelas, contabilizando 89 itens FOD. A maioria dos FOD coletados (FODB) são materiais magnéticos, contudo, qualquer FOD é um perigo na OM, podendo causar danos em motores à jato, motores turboélices, pás de hélice, furos em pneus.

No Capítulo 7 do MGSO da OM, dedicado ao Processo de Identificação de Perigos, define-se perigo como qualquer condição, objeto ou atividade que possa potencialmente causar lesões às pessoas, danos a bens, perda de pessoal ou redução da capacidade de realizar uma função específica. O objetivo do processo de Identificação de Perigos é garantir a identificação de perigos à segurança operacional, utilizando dados coletados de várias fontes e empregando ferramentas de análise e previsão (Brasil Aviation, 2024c).

Durante o estudo de caso na OM Brasil Aviation, uma ferramenta foi desenvolvida para a coleta de FOD, como pode ser observado na Figura 52, por registro fotográfico.

Figura 52 - Coletor Magnético de FOD *Magnetic Sweepers*



Fonte: Fotografia tirada pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024).

O equipamento (ferramenta desenvolvida) do tipo Coletor Magnético FOD *Magnetic Sweepers* (FODMS, em português, Coletor Magnético de Objeto Estranho com potencial para causar Dano) foi construído internamente na própria OM, sem necessidade de aquisição de novos itens.

Ímãs de neodímio já disponíveis na ferramentaria foram reutilizados, os quais foram fixados na estrutura metálica e aproximados a uma distância de 1,5 centímetros do solo, além de sucata de ferro e materiais de soldagem e corte de metal, o que possibilitou o processo de coleta de FOD de materiais ferromagnéticos.

A ideia da construção não é inédita e baseou-se no *Shields Multi-Surface Magnetic Sweeper* (em português, Varredor Magnético Multi-Superfícies *Shields*, da empresa norte americana *Shields*) que pode ser visto na imagem da Figura 53.

Figura 53 - Coletor Magnético de FOD/FOD *Magnetic Sweepers* construído durante o estudo de caso



Fonte: Retirada do *site* da *Aviation Spares & Repairs* (2024).

O Coletor Magnético FODMS foi colocado para testes e comprovou sua eficácia, sendo capaz de coletar em média 900 itens FOD nas coletas, enquanto, as coletas por Caminhadas FODW e coletas em Coletores FODB totalizaram em média 1300 itens FOD. A empresa teve grande aceitação no uso do Coletor Magnético FODMS e passou a usá-lo na mesma periodicidade das caminhadas (semanalmente).

A Figura 54 (próxima página) apresenta uma imagem formada por 4 registros fotográficos, sendo duas para o FODMS e outras duas para um recipiente com FOD, observa-se o Coletor Magnético FODMS em ação, fazendo o uso de uma lâmina de aço (fotografia à direita superior) e sem a lâmina de aço (fotografia à esquerda superior), em que a eficiência dos ímãs de neodímio foi superior quando comparada com a utilização do uso da lâmina.

Figura 54 - Coletas de FOD realizadas com o Coletor Magnético FODMS



Fonte: Fotografia tirada pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024).

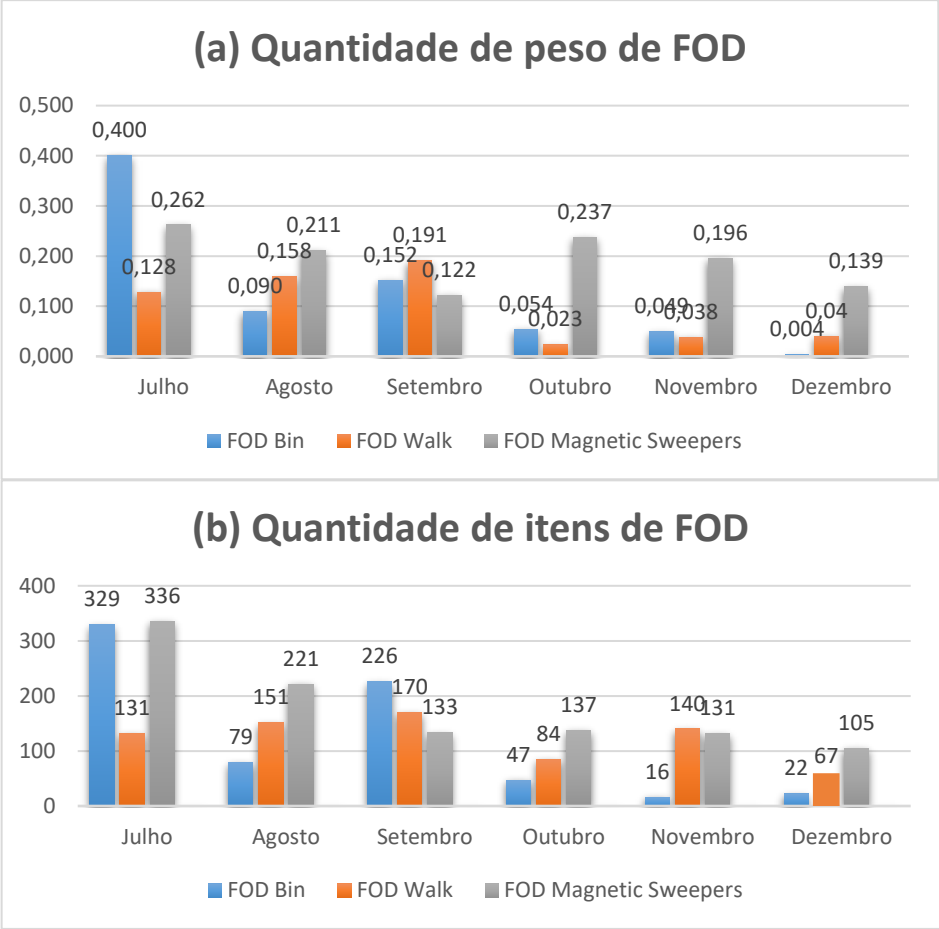
A configuração do Coletor Magnético FODMS da fotografia à esquerda superior (Figura 54) foi adotada para as coletas de FOD, associando aos processos de coletas por Coletor FODB e Caminhadas FODW

Os dados brutos para as quantidades em peso e itens de FOD para todos os materiais recolhidos no período de julho a dezembro de 2024, independentemente do processo de coleta empregado (FODB, ou FODW, ou FODMS), estão disponíveis no Apêndice E e passaram por análise de dados, ou seja, pela estatística descritiva, representação gráfica, representação tabular e planilha eletrônica

A Figura 55 (próxima página) apresenta os gráficos em colunas para a quantidade de peso em FOD, na parte (a), e para a quantidade de itens de FOD, na parte (b), para os dois gráficos em função dos meses de julho a dezembro de 2024. No entanto, cabe ressaltar que os dados para o mês de dezembro estão incompletos, pois não fechou os 31 dias. As barras em cores representam: i) coluna azul: FOD Bin (FODB, em português, Lata Coletora de Objeto Estranho com potencial para causar Dano); ii) coluna laranja: FOD Walk (FODW, em português, caminhada para coleta de Objeto Estranho com potencial para causar Dano); iii) coluna verde: FOD *Magnetic*

*Sweepers* (FODMS, em português, Coletor Magnético de Objeto Estranho com potencial para causar Dano).

Figura 55 - Em (a) a quantidade de peso de FOD e em (b) a quantidade de itens de FOD, para ambos, em função dos meses



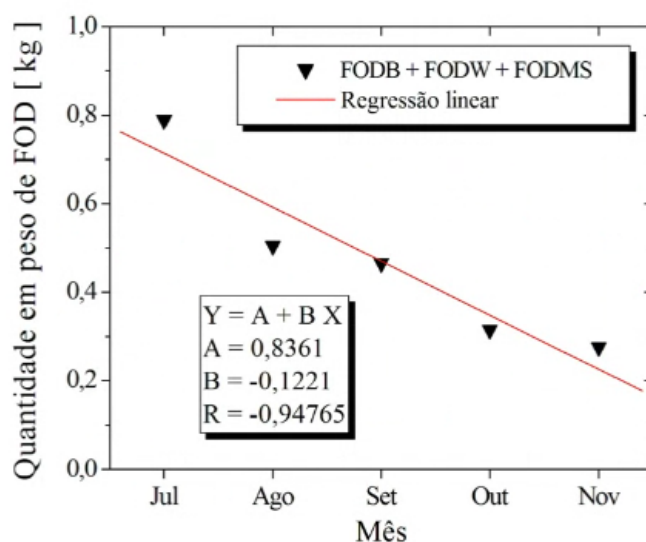
Fonte: Autor (2024).

De forma individual, e de forma acumulada ao longo dos meses avaliados, observou-se que o Coletor Magnético FODMS coletou a maioria dos FOD encontrados na OM Brasil Aviation, porém houve uma redução no número de itens à medida que os meses passaram, o mesmo ocorreu com as coletas por Caminhadas FODW e por Coletores FODB. Este fato deve-se em virtude à conscientização, redução da produção deles e o uso do FODMS.

Na OM Brasil Aviation, a promoção da Segurança Operacional, item 14.2 do MGSO, é uma das formas de divulgação sobre temas de interesse do SGSO junto aos empregados na organização. Através de ferramentas corporativas, podendo ocorrer via e-mail, ou por sistema integrado CAVOK ou ainda por lista de transmissão via mensagens em *WhatsApp* (Brasil Aviation, 2024c).

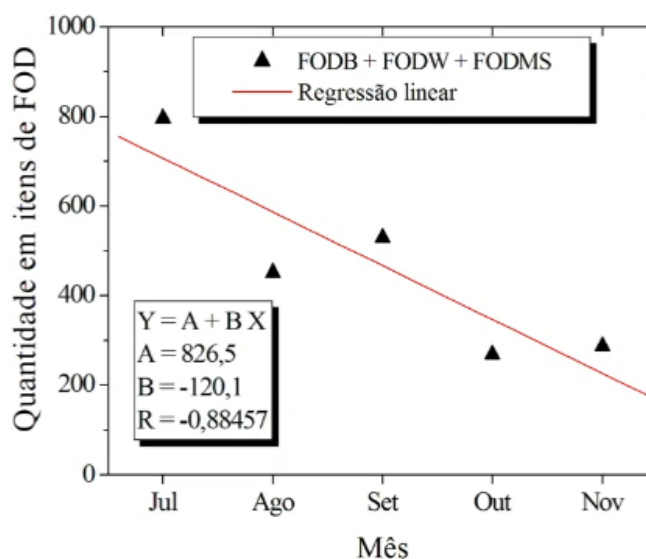
Para avaliar o comportamento global de FOD (FODB + FODW + FODMS), as Figuras 56 e 57 apresentam os gráficos de dispersão para a quantidade de peso e de itens de FOD, respectivamente, referentes aos meses de julho a novembro de 2024.

Figura 56 - Quantidade em peso de FOD em função dos meses



Fonte: Autor (2024).

Figura 57 - Quantidade em itens de FOD em função dos meses



Fonte: Autor (2024).

Nos gráficos (Figuras 56 e 57), cada ponto experimental dos referidos gráficos corresponde à soma de FOD = FODB + FODW + FODMS. Observa-se uma tendência de redução da quantidade de peso e de itens no período de julho a novembro de 2024,

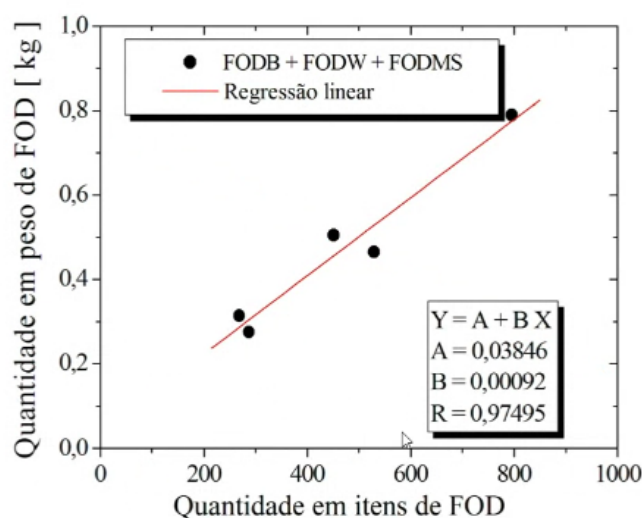
demonstrada pelo ajuste linear dos pontos experimentais e que apresentam coeficiente de correlação  $R = -0,95$  (Figura 55) e  $R = -0,88$  (Figura 56).

O comportamento linear decrescente (observar que o coeficiente angular é negativo,  $B = -120,1$ ) está relacionado com a aplicação de medidas para mitigar a ocorrência de FOD, como conscientização de pessoal, palestras, briefings mensais, envio de Alerta de Segurança Operacional (ASO), otimização de procedimentos de coleta e limpeza.

A quantidade acumulada de FOD (FODB + FODW + FODMS) produzida na OM Brasil Aviation (hangar e pátio) estava elevada em julho, conforme demonstrado pelos gráficos das Figuras 55, 56 e 57; neste cenário o SGSO implementou diversas medidas para a redução de FOD, sendo possível verificar sua redução mês a mês.

A Figura 58 apresenta o gráfico de dispersão para a quantidade de peso de FOD em função da quantidade de itens de FOD, no período de julho a novembro de 2024.

Figura 58 - Quantidade em peso de FOD *versus* da quantidade de itens de FOD



O comportamento linear crescente, com coeficiente de correlação  $R = 0,97$  obtido por regressão linear, indica que o acréscimo da quantidade em peso de FOD está diretamente relacionado com o acréscimo da quantidade de itens de FOD, para o comportamento global, ou seja, acumulado (FODB + FODW + FODMS). Também pode ser observado por meio do gráfico de dispersão apresentado na Figura 58, que

quanto maior for a quantidade de itens de FOD, maior será a quantidade de peso de FOD, corroborando com os gráficos apresentados nas Figuras 56 e 57.

No contexto exposto, com a ferramenta desenvolvida (FODMS) e processos otimizados (FODB e FODW), como contribuição à OM Brasil Aviation tem-se a redução da probabilidade e severidade quanto a ocorrência de incidente/acidente com aeronaves, especificamente para este estudo de caso, aviões.

#### 4.4 FERRAMENTAS PARA A GESTÃO DO RISCO, DA QUALIDADE E A IMPLEMENTAÇÃO DA CULTURA ORGANIZACIONAL

Os Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) são fundamentais para estabelecer políticas e procedimentos necessários para controlar e melhorar diversos processos que, em última análise, contribuem para a melhoria do desempenho organizacional. Por outro lado, os Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) baseiam-se nos princípios dos SGQ, que podem ser observados em um programa SGSO eficaz (Stolzer; Halford; Goglia, 2011).

A ISO 9000 (*International Organization for Standardization*) é uma das entidades mais importantes que promovem a qualidade. Esta organização não-governamental, composta por 157 países-membros, estabelece normas internacionais para a padronização (Stolzer; Halford; Goglia, 2011).

Para estabelecer uma política de gestão de risco e qualidade, atenção ao SGQ e a ISO deve ser dada pelos gestores nas Organizações de Manutenção (OM). Esse foi um dos princípios norteadores nos estudos de caso desenvolvidos, e discutidos a seguir, nas OM Aerobat e Brasil Aviation.

##### 4.4.1 Ferramentas para a gestão do risco, da qualidade e a implementação da cultura organizacional para a Aerobat

O Manual da Organização de Manutenção (MOM) confeccionado pela Aerobat é um documento essencial na aviação, criado de acordo com os requisitos estabelecidos na Seção 145.207(a) do RBAC nº 145, Resolução 267 de 05 de março de 2013 (BRASIL, 2013).

O MOM serve como um guia que descreve a estrutura organizacional, os processos de manutenção, procedimentos operacionais e as políticas adotadas por

uma OM, como é o caso da Aerobat. O MOM da OM garante que todas as atividades de manutenção sejam realizadas de maneira segura, eficiente e em conformidade com as normas regulatórias da ANAC, contribuindo para a segurança operacional e a confiabilidade das operações aéreas (Aerobat, 2018).

O registro fotográfico do quadro branco de escrever redigido com pincel marcador (caneta) apresentado na Figura 59, identificou o processo que a OM Aerobat apresenta as pendências de Serviço de Registro de Manutenção (SRM), SGSO, manutenção de avião, reuniões, conferências de manuais e Índice de Desempenho da Segurança Operacional (IDSO), para os meses do ano de 2024.

Figura 59 - Procedimento para identificar pendências - quadro

| JANEIRO                                                                                                                                                                                                 | FEBREIRO                                                                                                                                                                             | MARÇO                                                                                                                                              | ABRIL                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CONFERIR PUBL. OK<br>CONFERIR CALIBR. OK<br>CONFERIR LIC. MMA. OK<br>RELATÓRIO PPSP. OK<br>REUNIÃO GASSO.<br>RMSE ANAC. OK<br>IDSO ANAC. OK<br>RELATÓRIO TRIM. ANAC. OK<br>RELATÓRIO ANUAL. PT (ANUAL). | CONFERIR PUBL.<br>CONFERIR CALIBR.<br>CONFERIR LIC. MMA.<br>REUNIÃO GASSO.<br>RMSE ANAC. OK<br>IDSO ANAC. OK                                                                         | CONFERIR PUBL.<br>CONFERIR CALIBR.<br>CONFERIR LIC. MMA.<br>REUNIÃO GASSO.<br>RMSE ANAC. OK<br>IDSO ANAC. OK<br>REVISÃO DA POLÍTICA                | CONFERIR PUBL.<br>CONFERIR CALIBR.<br>CONFERIR LIC. MMA.<br>RELATÓRIO PPSP.<br>REUNIÃO GASSO.<br>RMSE ANAC. OK<br>IDSO ANAC. OK<br>RELATÓRIO TRIM. ANAC. OK |
| MAIO                                                                                                                                                                                                    | JUNHO                                                                                                                                                                                | JULHO                                                                                                                                              | AGOSTO                                                                                                                                                      |
| CONFERIR PUBL.<br>CONFERIR CALIBR.<br>CONFERIR LIC. MMA.<br>REUNIÃO GASSO.<br>RMSE ANAC. OK<br>IDSO ANAC.                                                                                               | CONFERIR PUBL.<br>CONFERIR CALIBR.<br>CONFERIR LIC. MMA.<br>REUNIÃO GASSO.<br>RMSE ANAC.<br>IDSO ANAC.                                                                               | CONFERIR PUBL.<br>CONFERIR CALIBR.<br>CONFERIR LIC. MMA.<br>RELATÓRIO PPSP.<br>REUNIÃO GASSO.<br>RMSE ANAC.<br>IDSO ANAC.<br>RELATÓRIO TRIM. ANAC. | CONFERIR PUBL.<br>CONFERIR CALIBR.<br>CONFERIR LIC. MMA.<br>REUNIÃO GASSO.<br>RMSE ANAC.<br>IDSO ANAC.                                                      |
| SETEMBRO                                                                                                                                                                                                | OUTUBRO                                                                                                                                                                              | NOVEMBRO                                                                                                                                           | DEZEMBRO                                                                                                                                                    |
| CONFERIR PUBL.<br>CONFERIR CALIBR.<br>CONFERIR LIC. MMA.<br>REUNIÃO GASSO.<br>RMSE ANAC.<br>IDSO ANAC.                                                                                                  | CONFERIR PUBL.<br>CONFERIR CALIBR.<br>CONFERIR LIC. MMA.<br>RELATÓRIO PPSP.<br>REUNIÃO GASSO.<br>RMSE ANAC.<br>IDSO ANAC.<br>RELATÓRIO TRIM. ANAC.<br>AUTO AVALIAÇÃO SGSO (BIENA) OK | CONFERIR PUBL.<br>CONFERIR CALIBR.<br>CONFERIR LIC. MMA.<br>REUNIÃO GASSO.<br>RMSE ANAC.<br>IDSO ANAC.<br>AUDITORIA INTERNA                        | CONFERIR PUBL.<br>CONFERIR CALIBR.<br>CONFERIR LIC. MMA.<br>REUNIÃO GASSO.<br>RMSE ANAC.<br>IDSO ANAC.                                                      |

Fonte: Fotografia tirada pelo autor com permissão da Aerobat (2024).

Durante o estudo de caso percebeu-se em conversa com o pessoal de SRM a necessidade de melhorar o processo de identificação de pendências de forma manual com o quadro (Figura 59) por uma ferramenta automatizada. O quadro

apresenta a desvantagem de acidentalmente ser apagado, indicando a necessidade de melhoria no processo e aumento da gestão da qualidade.

Essa limitação quanto a utilização do quadro foi analisada, e decidiu-se por um projeto piloto com a implementação do aplicativo Trello ou implantar planilha eletrônica com o *Software* Excel.

Para auxiliar no processo de resolução das pendências, e, na redução de erros, na otimização de processos e deixar os dados mais seguros, foi implementado com o aplicativo Trello o quadro de pendências apresentado na Figura 59 (página anterior), conforme mostra a imagem confeccionada por 12 *prints* da tela do celular instalado com o aplicativo Trello em funcionamento, conforme Figura 60 (próxima página).

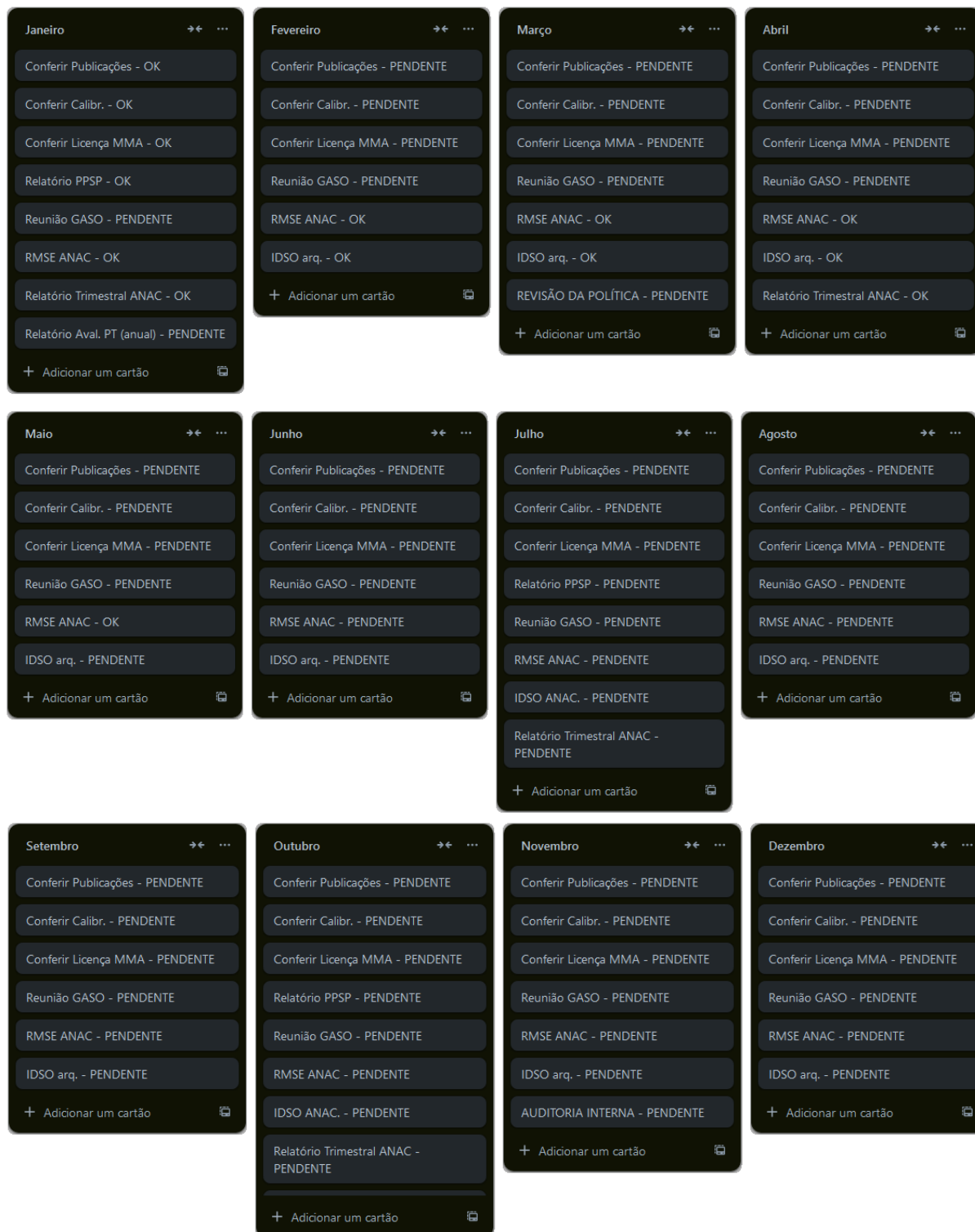
Alternativamente a implementação do quadro de pendências com o aplicativo Trello, uma planilha eletrônica em Excel foi desenvolvida para o referido quadro dos 12 meses de 2024, conforme *prints* da planilha apresentados nos Quadro 13 - janeiro a junho (próxima página) e Quadro 14 - julho a dezembro (próximas páginas).

O Quadro 15 (próximas páginas) apresenta a fórmula empregada nas alças (abaixo dos percentuais, Quadros 13 e 14), com somente as opções disponíveis de inserção, “PENDENTE”, “OK”, “N/A” e “-”; porém a fórmula deve considerar na soma de porcentagem das opções “PENDENTE” e “OK” na análise geral, em que cada OK aumenta a porcentagem.

O Manual de Controle de Qualidade (MCQ) da OM Aerobat tem como objetivo estabelecer e manter um sistema de controle da qualidade em conformidade com os requisitos da ANAC, garantindo a aeronavegabilidade dos artigos durante atividades de manutenção, manutenção preventiva ou alteração, conforme o parágrafo 43.1, do RBAC nº 43, Resolução 265 de 05 de março de 2013 (BRASIL, 2013).

A OM Aerobat promove o cumprimento rigoroso das disposições e procedimentos do MCQ por seus funcionários, subcontratados e terceirizados. O manual inclui procedimentos detalhados para inspeção de recebimento de materiais, inspeções preliminares e finais de artigos, manutenção da proficiência do pessoal, atualização de dados técnicos, qualificação e supervisão de pessoal não certificado, calibração de equipamentos, e ações corretivas para não conformidades, visando assegurar a segurança e conformidade operacional (Aerobat, 2019a).

Figura 60 - Imagem composta de 12 *prints* do aplicativo Trello - Quadro de pendências



Fonte: Autor (2024).

Quadro 13 - Quadro de pendências de janeiro a junho de 2024 em planilha Excel -  
Quadro de pendências

| Janeiro                    | 75,00%   | Fevereiro                 | 33,33%   |
|----------------------------|----------|---------------------------|----------|
| Conferir Publicações       | OK       | Conferir Publicações      | PENDENTE |
| Conferir Calibr.           | OK       | Conferir Calibr.          | PENDENTE |
| Conferir Licença MMA       | OK       | Conferir Licença MMA      | PENDENTE |
| Relatório PPSP             | OK       | Reunião do GASO           | PENDENTE |
| Reunião do GASO            | PENDENTE | RMSE ANAC                 | OK       |
| RMSE ANAC                  | OK       | IDSO arq.                 | OK       |
| Relatório trimestral ANAC  | OK       |                           | -        |
| Relatório Aval. PT (anual) | PENDENTE |                           | -        |
| Março                      | 28,57%   | Abril                     | 37,50%   |
| Conferir Publicações       | PENDENTE | Conferir Publicações      | PENDENTE |
| Conferir Calibr.           | PENDENTE | Conferir Calibr.          | PENDENTE |
| Conferir Licença MMA       | PENDENTE | Conferir Licença MMA      | PENDENTE |
| Reunião do GASO            | PENDENTE | Relatório PPSP            | PENDENTE |
| RMSE ANAC                  | OK       | Reunião do GASO           | PENDENTE |
| IDSO arq.                  | OK       | RMSE ANAC                 | OK       |
| REVISÃO DA POLÍTICA        | PENDENTE | IDSO ANAC                 | OK       |
|                            | -        | Relatório trimestral ANAC | OK       |
| Maio                       | 16,67%   | Junho                     | 0,00%    |
| Conferir Publicações       | PENDENTE | Conferir Publicações      | PENDENTE |
| Conferir Calibr.           | PENDENTE | Conferir Calibr.          | PENDENTE |
| Conferir Licença MMA       | PENDENTE | Conferir Licença MMA      | PENDENTE |
| Reunião do GASO            | PENDENTE | Reunião do GASO           | PENDENTE |
| RMSE ANAC                  | OK       | RMSE ANAC                 | PENDENTE |
| IDSO arq.                  | PENDENTE | IDSO arq.                 | PENDENTE |
|                            | -        |                           | -        |
|                            | -        |                           | -        |

Fonte: Autor (2024).

Quadro 14 - Quadro de pendências de julho a dezembro de 2024 em planilha Excel -  
Quadro de pendências

| Julho                     | 0,00%    | Agosto                    | 0,00%    |
|---------------------------|----------|---------------------------|----------|
| Conferir Publicações      | PENDENTE | Conferir Publicações      | PENDENTE |
| Conferir Calibr.          | PENDENTE | Conferir Calibr.          | PENDENTE |
| Conferir Licença MMA      | PENDENTE | Conferir Licença MMA      | PENDENTE |
| Relatório PPSP            | PENDENTE | Reunião do GASO           | PENDENTE |
| Reunião do GASO           | PENDENTE | RMSE ANAC                 | PENDENTE |
| RMSE ANAC                 | PENDENTE | IDSO arq.                 | PENDENTE |
| IDSO ANAC                 | PENDENTE |                           | -        |
| Relatório trimestral ANAC | PENDENTE |                           | -        |
| Setembro                  | 0,00%    | Outubro                   | 0,00%    |
| Conferir Publicações      | PENDENTE | Conferir Publicações      | PENDENTE |
| Conferir Calibr.          | PENDENTE | Conferir Calibr.          | PENDENTE |
| Conferir Licença MMA      | PENDENTE | Conferir Licença MMA      | PENDENTE |
| Reunião do GASO           | PENDENTE | Relatório PPSP            | PENDENTE |
| RMSE ANAC                 | PENDENTE | Reunião do GASO           | PENDENTE |
| IDSO arq.                 | PENDENTE | RMSE ANAC                 | PENDENTE |
|                           | -        | IDSO ANAC                 | PENDENTE |
|                           | -        | Relatório trimestral ANAC | PENDENTE |
|                           | -        | Autoavaliação SGSO        | PENDENTE |
| Novembro                  | 0,00%    | Dezembro                  | 0,00%    |
| Conferir Publicações      | PENDENTE | Conferir Publicações      | PENDENTE |
| Conferir Calibr.          | PENDENTE | Conferir Calibr.          | PENDENTE |
| Conferir Licença MMA      | PENDENTE | Conferir Licença MMA      | PENDENTE |
| Reunião do GASO           | PENDENTE | Reunião do GASO           | PENDENTE |
| RMSE ANAC                 | PENDENTE | RMSE ANAC                 | PENDENTE |
| IDSO arq.                 | PENDENTE | IDSO arq.                 | PENDENTE |
| Auditoria interna         | PENDENTE |                           | -        |
|                           | -        |                           | -        |
|                           | -        |                           | -        |

Fonte: Autor (2024).

Quadro 15 - Fórmula utilizada para o cálculo de percentual das pendências  
referentes aos Quadros 13 e 14

Aplicação de fórmula  

$$=SEERRO(CONT.SE(C3:C10;$$
  

$$"OK") / (CONT.SE(C3:C10;$$
  

$$"OK") + CONT.SE(C3:C10;$$
  

$$"PENDENTE")); 0) * 1$$

Fonte: Autor 2024.

Uma constatação durante a pesquisa está no plano de implementação do Gerenciamento da Segurança Operacional na OM Aerobat, o qual é estruturado em diversos elementos internos e externos essenciais para garantir a segurança e conformidade operacional da empresa. Internamente, a OM Aerobat destina sua infraestrutura de hangar, incluindo oficinas, salas de recursos, ferramentas e pessoal habilitado, além de processos organizacionais como administração e recebimento de aeronaves, para a manutenção e a garantia da segurança operacional (Aerobat, 2019b).

Segundo o MOM A hierarquia de responsabilidades é claramente definida, com papéis específicos para o Gerente de Risco (GR), Responsável Técnico (RT), mecânicos, todos participando ativamente do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (GASO). Externamente, a OM Aerobat opera dentro das diretrizes rigorosas estabelecidas pela ANAC e outras regulamentações nacionais e internacionais de aviação, garantindo conformidade legal e segurança mediante auditorias e apoio contínuo (Aerobat, 2018; Aerobat, 2019b).

Com base nas ferramentas desenvolvidas para o quadro de pendências, ou seja, a implementação do aplicativo no Trello (Figura 60) e planilha eletrônica em Excel (Quadros 13 e 14), em diálogo com o Gestor de Segurança Operacional (GSO) e o Serviço de Registro de Manutenção (SRM) houve um consenso em adotar a planilha desenvolvida em Excel, pela facilidade em sua utilização e custos operacionais.

Dentro do exposto e discutido, com base nas ferramentas desenvolvidas, ressalta-se estar plenamente de acordo com os processos e procedimentos previstos pelo Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) e com a com o controle de qualidade previsto pela ISO 9000 (Stolzer; Halford; Goglia, 2011).

#### **4.4.2 Ferramentas para a gestão do risco, da qualidade e a implementação da cultura organizacional para a Brasil Aviation**

A OM Brasil Aviation é uma organização de manutenção certificada conforme o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 145, Resolução 265 de 05 de março de 2013, bem como, com o Certificado de Operação de Manutenção (COM) nº 198103-01/ANAC, obtendo sua certificação inicial em 16 de setembro de 2011 (BRASIL, 2013; BRASIL, 2024a).

O SGSO da OM Brasil Aviation abrange todas as atividades de manutenção, incluindo execução, supervisão, inspeção e Aprovação para o Retorno ao Serviço (APRS), conforme especificado pelo RBAC nº 145, Resolução 265, de 05 de março de 2013 (BRASIL, 2013).

Além disso, o sistema engloba atividades de apoio à manutenção, como planejamento de serviços, controle de registros, treinamentos, suprimento de peças, controle de ferramentas e instrumentos de medição, seguindo critérios uniformes tanto para operações locais quanto para serviços fora de sede, detalhados conforme necessário no Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO) (Brasil Aviation, 2024c).

Segundo o MGSO da OM, as reuniões ordinárias serão realizadas semestralmente e abordarão temas de gestão, como a identificação de perigos, gestão de riscos, indicadores de desempenho (IDSO), promoção da segurança operacional, e a necessidade de revisão dos manuais que compõem a organização e seus anexos, tais como o MGSO, o Manual da Organização de Manutenção (MOM), o Manual de Controle da Qualidade (MCQ) e o Programa de Treinamento (PTO), entre outros temas relevantes para a segurança operacional (Brasil Aviation, 2024c).

O processo de auditoria interna na OM Brasil Aviation já está formalizado conforme seu programa de qualidade. Dentro do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO), um programa de autoavaliação associado às auditorias internas foi desenvolvido com base no modelo original do MGSO, seguindo os padrões estabelecidos pela ANAC e pela OACI para monitorar metas e garantir o cumprimento adequado das diretrizes (Brasil Aviation, 2024c).

Os profissionais encarregados das tarefas relacionadas à política de segurança operacional da empresa devem passar por avaliação do Gestor Responsável (GR), do Gestor de Segurança Operacional (GSO) e do Responsável Técnico (RT). A responsabilidade pelo asseguramento da qualidade dos serviços prestados cabe ao RT, que deve garantir que cada colaborador tenha capacitação adequada e esteja ciente de suas limitações (BRASIL, 2018).

As Aprovações para o Retorno ao Serviço (APRS) e os Retrabalhos (R), referentes as manutenções de aviões contabilizados para a OM Brasil Aviation, estão apresentados no *print* da planilha, para o período de 2022 até 2024, conforme Figura 61 (próxima página).

Os dados para os números de APRS e Retrabalhos da referida OM foram computados, sendo possível analisar o ano anterior e o ano atual quanto ao Índice de Retrabalho (IR), definido matematicamente por:  $IR = \frac{R}{APRS} \cdot 100\%$ , onde R é o número de Retrabalhos aferido no mês de referência e APRS é o número de Aprovações para Retorno ao Serviço aferido no mesmo período.

A Figura 61 apresenta um print da planilha em Excel, para o período de janeiro de 2022 a outubro de 2024, para os valores de R, APRS e os cálculos numéricos de IR. Nessa planilha, o IR não está em termos percentuais, sendo que este índice varia de 0 a 1 (em termos percentuais, varia de 0% a 100%). E ainda, na planilha, são apresentados os valores Médio e o Desvio Padrão (DP) de IR.

Figura 61 - Controle de dados de APRS e IR para o período de 2022 até 2024

| Ano precedente 2023                |         |                |         | Ano atual 2024                                       |         |                |         |                          |                   |                   |              |      |
|------------------------------------|---------|----------------|---------|------------------------------------------------------|---------|----------------|---------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------|------|
| Mês                                | Nº APRS | nº retrabalhos | I_R     | Mês                                                  | Nº APRS | nº retrabalhos | I_R     | I_R médio ano precedente | Nível de alerta 1 | Nível de alerta 2 | I_R do setor | Meta |
| jan/23                             | 9       | 0              | 0       | jan/24                                               | 7       | 0              | 0       | 0,016203704              | 0,052877267       | 0,089550831       | 0,055        | 0,05 |
| fev/23                             | 8       | 0              | 0       | fev/24                                               | 12      | 0              | 0       | 0,016203704              | 0,052877267       | 0,089550831       | 0,055        | 0,05 |
| mar/23                             | 7       | 0              | 0       | mar/24                                               | 4       | 1              | 0,25    | 0,016203704              | 0,052877267       | 0,089550831       | 0,055        | 0,05 |
| abr/23                             | 12      | 1              | 0,08333 | abr/24                                               | 11      | 0              | 0       | 0,016203704              | 0,052877267       | 0,089550831       | 0,055        | 0,05 |
| mai/23                             | 9       | 0              | 0       | mai/24                                               | 6       | 0              | 0       | 0,016203704              | 0,052877267       | 0,089550831       | 0,055        | 0,05 |
| jun/23                             | 7       | 0              | 0       | jun/24                                               | 12      | 0              | 0       | 0,016203704              | 0,052877267       | 0,089550831       | 0,055        | 0,05 |
| jul/23                             | 9       | 0              | 0       | jul/24                                               | 10      | 0              | 0       | 0,016203704              | 0,052877267       | 0,089550831       | 0,055        | 0,05 |
| ago/23                             | 9       | 0              | 0       | ago/24                                               | 15      | 1              | 0,06667 | 0,016203704              | 0,052877267       | 0,089550831       | 0,055        | 0,05 |
| set/23                             | 7       | 0              | 0       | set/24                                               | 11      | 0              | 0       | 0,016203704              | 0,052877267       | 0,089550831       | 0,055        | 0,05 |
| out/23                             | 9       | 0              | 0       | out/24                                               | 12      | 0              | 0       | 0,016203704              | 0,052877267       | 0,089550831       | 0,055        | 0,05 |
| nov/23                             | 9       | 1              | 0,11111 | nov/24                                               |         |                | #DIV/0! | 0,016203704              | 0,052877267       | 0,089550831       | 0,055        | 0,05 |
| dez/23                             | 11      | 0              | 0       | dez/24                                               |         |                | #DIV/0! | 0,016203704              | 0,052877267       | 0,089550831       | 0,055        | 0,05 |
| I_R médio = 0,0162<br>DP = 0,03667 |         |                |         | 100<br>I_R médio = #DIV/0!<br>DP = #DIV/0!<br>2 0,02 |         |                |         |                          |                   |                   |              |      |

| Ano precedente 2022     |         |                |     | Ano atual 2023                            |         |                |         |                          |                   |                   |              |      |
|-------------------------|---------|----------------|-----|-------------------------------------------|---------|----------------|---------|--------------------------|-------------------|-------------------|--------------|------|
| Mês                     | Nº APRS | nº retrabalhos | I_R | Mês                                       | Nº APRS | nº retrabalhos | I_R     | I_R médio ano precedente | Nível de alerta 1 | Nível de alerta 2 | I_R do setor | Meta |
| jan/22                  | 16      | 0              | 0   | jan/23                                    | 9       | 0              | 0       | 0                        | 0                 | 0                 | 0,055        | 0,05 |
| fev/22                  | 11      | 0              | 0   | fev/23                                    | 8       | 0              | 0       | 0                        | 0                 | 0                 | 0,055        | 0,05 |
| mar/22                  | 6       | 0              | 0   | mar/23                                    | 7       | 0              | 0       | 0                        | 0                 | 0                 | 0,055        | 0,05 |
| abr/22                  | 10      | 0              | 0   | abr/23                                    | 12      | 1              | 0,08333 | 0                        | 0                 | 0                 | 0,055        | 0,05 |
| mai/22                  | 10      | 0              | 0   | mai/23                                    | 9       | 0              | 0       | 0                        | 0                 | 0                 | 0,055        | 0,05 |
| jun/22                  | 12      | 0              | 0   | jun/23                                    | 7       | 0              | 0       | 0                        | 0                 | 0                 | 0,055        | 0,05 |
| jul/22                  | 10      | 0              | 0   | jul/23                                    | 9       | 0              | 0       | 0                        | 0                 | 0                 | 0,055        | 0,05 |
| ago/22                  | 12      | 0              | 0   | ago/23                                    | 9       | 0              | 0       | 0                        | 0                 | 0                 | 0,055        | 0,05 |
| set/22                  | 13      | 0              | 0   | set/23                                    | 7       | 0              | 0       | 0                        | 0                 | 0                 | 0,055        | 0,05 |
| out/22                  | 8       | 0              | 0   | out/23                                    | 9       | 0              | 0       | 0                        | 0                 | 0                 | 0,055        | 0,05 |
| nov/22                  | 9       | 0              | 0   | nov/23                                    | 9       | 1              | 0,11111 | 0                        | 0                 | 0                 | 0,055        | 0,05 |
| dez/22                  | 7       | 0              | 0   | dez/23                                    | 11      | 0              | 0       | 0                        | 0                 | 0                 | 0,055        | 0,05 |
| I_R médio = 0<br>DP = 0 |         |                |     | 106<br>I_R médio = 0,0162<br>DP = 0,03667 |         |                |         |                          |                   |                   |              |      |

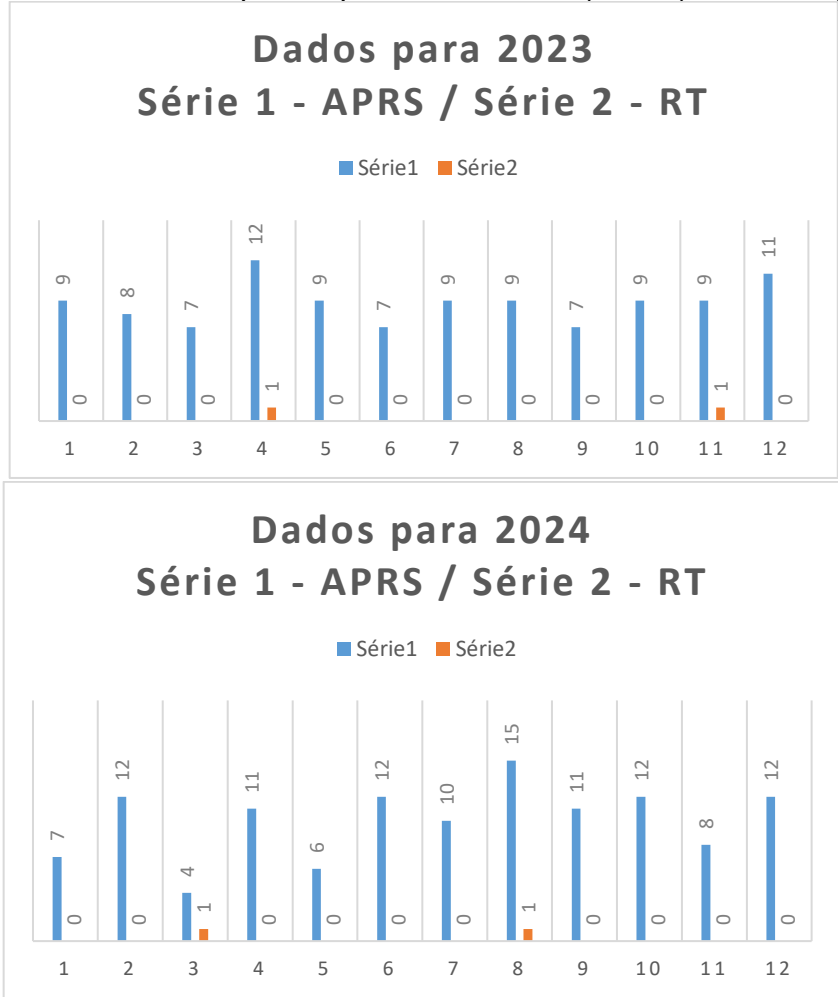
Fonte: Planilha do Autor e dados com permissão da Brasil Aviation (2024).

Nos gráficos de coluna apresentados na Figura 62 (próxima página), o IR médio para o ano de 2023 foi de 1,62%, finalizado dentro da meta, enquanto, o IR médio para o ano de 2024, até o mês de outubro foi de 2,26%, ou seja, 0,64% a mais do que o ano de 2023. No entanto, o IR do ano atual ainda está dentro da meta de 5%

segundo o item 2.2 do MGSO na subparte de Objetivos de Segurança Operacional (Brasil Aviation, 2024c).

O cálculo do IR é fundamental para assegurar a segurança e a eficiência nas operações de manutenção aeronáutica. O APRS garante que as aeronaves e componentes, após manutenção, estejam aptos e seguros para voltar ao serviço, em conformidade com as regulamentações vigentes. Este processo de validação assegura que todos os reparos atendam aos padrões de segurança, oferecendo uma base para rastreabilidade e responsabilidade (BRASIL, 2018).

Figura 62 - APRS e RT para o período de 2023 (acima) até 2024 (abaixo)



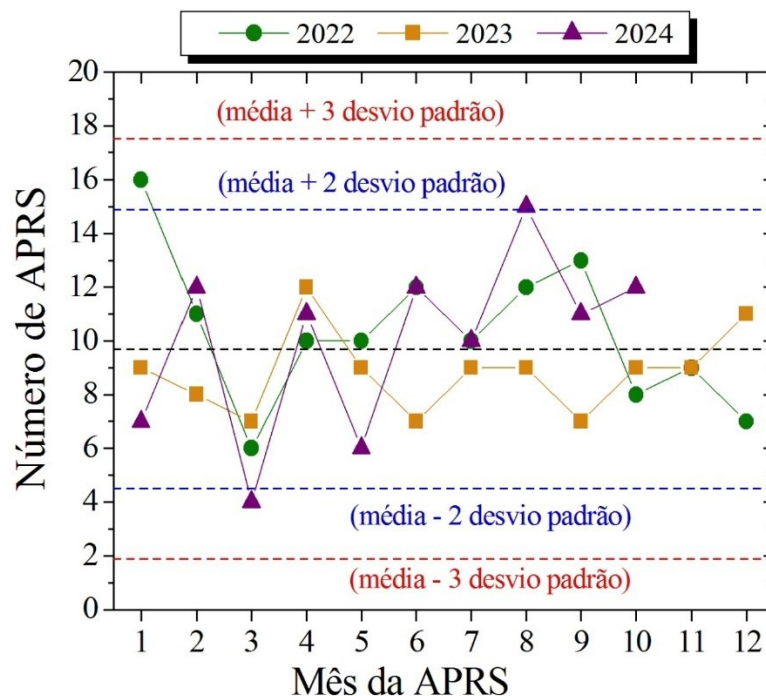
Fonte: Autor 2024.

Por outro lado, o APRS e RT, observados nas Figuras 61 e 62, avalia a frequência com que tarefas de manutenção precisam ser refeitas devido a falhas ou erros nas execuções anteriores. Monitorar o RT é importante para identificar deficiências nos processos de manutenção e implementar melhorias, reduzindo assim

o tempo de inatividade e os custos operacionais. Juntos, esses indicadores não apenas promovem a eficiência operacional, mas também garantem a integridade e a segurança das aeronaves (BRASIL, 2018).

A Figura 63 apresenta o gráfico de dispersão do número de Aprovação para o Retorno ao Serviço (APRS) em função do mês da referida APRS, em que foram realizadas as manutenções nas aeronaves da OM, para o período de janeiro de 2022 até outubro de 2024. A linha tracejada (cor preta) na região central dos pontos representa a média global cujo valor é de 9,7.

Figura 63 - APRS em relação ao período de janeiro de 2022 até outubro de 2024



Fonte: Autor (2024).

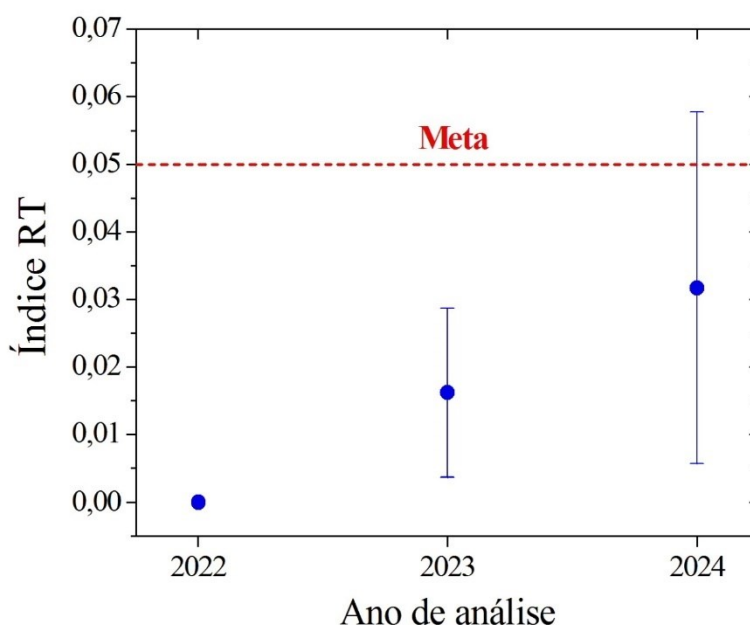
As linhas tracejadas nas cores azul e vermelha representam, respectivamente, os intervalos de tolerância para 95,44% e 99,72%, conforme disposto em Montgomery e Runger (2011), no Capítulo 8, página 283.

Para o intervalo da média aritmética mais ou menos três vezes o desvio padrão (linha tracejada na cor vermelha), todos os pontos experimentais atendem este intervalo de tolerância. No entanto, para o intervalo da média aritmética mais ou menos duas vezes o desvio padrão (linha tracejada na cor azul), três pontos experimentais (8,82%) de um total de trinta e quatro não atendem o intervalo de

tolerância para 95,44%, sendo que o intervalo computado para os dados corresponde à 91,18%.

A Figura 64 apresenta o gráfico de dispersão para o Índice de Retrabalho (IR) em função do ano de análise. Neste gráfico, optou-se em apresentar os valores de IR sem o percentual, para estabelecer o intervalo de confiança, assim, a meta do IR contida no MGSO fica igual a 0,05 (ou 5%, em termos percentuais). Não há Retrabalho no primeiro ano (ou seja, 2022), já nos demais anos (ou seja, 2023 e 2024 - até outubro), há uma tendência crescente.

Figura 64 - Índice de Retrabalho em relação ao período de janeiro de 2022 até outubro de 2024



Fonte: Autor (2024).

O intervalo de confiança é associado ao valor médio de IR foi calculado pela média aritmética mais ou menos o fator t-Student que multiplica o desvio padrão dividido pela raiz quadrada de N (quantidade de dados ou tamanho da amostra). Matematicamente, a incerteza para o intervalo de confiança foi calculada por (Montgomery; Runger, 2011, p. 258):

$$\text{Incerteza do Intervalo de Confiança} = 1,796 \frac{S}{\sqrt{N}}$$

onde S é o desvio padrão, e de acordo com Montgomery e Runger (2011), no Apêndice A, página 711, tabela V, o fator de abrangência para a distribuição de

Student  $t = 1,796$  para  $N = 11$  e nível de significância igual a 0,05. Ressalta-se que o tamanho da amostra ( $N = 11$ ) foi considerada, pois para os anos de 2022 e 2023 é  $N = 12$ , enquanto, para o ano de 2024,  $N = 10$ .

A linha tracejada vermelha representa a meta em conformidade com o Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO) da Organização de Manutenção, que é 5% (no gráfico igual a 0,05). Para o ano de 2024, o valor da média de IR considerando o desvio padrão, ou seja, a barra de incerteza superior excede o limite do MGSO.

Durante o estudo de caso na OM Brasil Aviation, também se observou a necessidade de construir um novo coletor de fluido, representando mais uma melhoria no SGSO para as operações da Organização de Manutenção, e contribuindo com a implementação da cultura organizacional. A necessidade em desenvolver esse equipamento surgiu a partir de relatos relacionados aos problemas nos coletores anteriores, como travamento das rodas, extravasamento de fluido e acúmulo de resíduos, entre outros.

O objetivo foi construir um modelo de coletor de óleo, disponibilizado inicialmente como um projeto piloto, visando solucionar as dificuldades relatadas pelos mecânicos de manutenção aeronáutica, conforme *print* do documento digital Formulário de Análise de Risco, como pode ser observado na Figura 65 (próxima página).

De acordo com a dificuldade relatada com as informações que constam no Formulário de Análise de Risco, foi construído um novo coletor pela adaptação do modelo utilizado pela OM, o qual pode ser observado através da Figura 66 (próximas páginas).

No novo coletor foi instalado um puxador para melhorar a mobilidade e transporte, e inseridas travas para impedir a movimentação enquanto estiver embaixo do motor do avião coletando óleo, e por fim, inserida uma caixa separadora de fluido com tela de fácil remoção após o uso (reservatório de óleo). A inserção de um puxador visou aumentar a mobilidade e reduzir riscos ergonômicos aos mecânicos. A inserção de travas, uma caixa separadora e tela visam reduzir o extravasamento do fluido para fora do coletor.

Figura 65 - Formulário de Análise de Riscos do coletor da Brasil Aviation



C.O.M 198103-01/ANAC

GSO 009-2024

Formulário de Análise de Riscos

| Avaliação Inicial de Riscos                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |                |               |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|---------------|
| Descrição da situação                        | Mecânicos relataram problemas na mobilidade dos coletores de fluido utilizados na manutenção, travamento das rodas, extravasamento de fluido, acúmulo de resíduos.                                                                                                                                           |            |                |               |
| Perigo                                       | Problemas ergonômicos gerados na movimentação do coletor por não ter puxador, ausência de travas para mantê-lo na mesma posição, falta de barreiras adequadas para manter o fluido dentro do coletor, ausência de tela separadora de resíduos.                                                               |            |                |               |
| Consequência                                 | Danos físicos gerados por problemas ergonômicos pela falta do puxador, movimentação inadvertida do coletor enquanto ele deve permanecer, o extravasamento de fluido para fora do coletor pode gerar resvalos de mecânicos e contaminação do piso, os resíduos acumulados, se não recolhidos podem gerar FOD. |            |                |               |
| Avaliação do risco<br>(referências no verso) | Probabilidade                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Severidade | Nível de risco | Classificação |
|                                              | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | A          | 5A             | Moderado      |

Fonte: *Print* tirado pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024)

Um Alerta de Segurança Operacional (ASO) foi enviado por lista de transmissão de *WhatsApp* a todos os funcionários da empresa para apresentar o novo coletor para a OM Brasil Aviation. O coletor foi bem aceito pelas equipes de manutenção, conforme observa-se no *print* do formulário de avaliação final de riscos pós-mitigação, após a construção do equipamento (Figura 67, próximas páginas), o qual obteve a classificação 5A para 1A demonstrando que o coletor foi eficiente.

Outra importante melhoria de processos foi gerada a partir de um Relato Voluntário de Perigo (RVP) que gerou na abertura de um processo de Informação de Perigo (IP), conforme pode ser observado através do *print* do Formulário de Avaliação Inicial de Riscos na Figura 68 (próximas páginas).

Em decorrência do Formulário relatado acima, a Figura 69 apresenta um *print* do documento digital, Alerta de Segurança Operacional (ASO) nº 23 de 2024, que visa demonstrar aos agentes da OM as situações de risco relacionadas com o Formulário de Análise de Riscos (Figura 68). A tratativa e a comunicação do ASO buscam a mitigação de riscos.

Como medida de mitigação, feitas através da abertura do Formulário de Análise de Riscos, foram observadas ações demandadas e medidas de mitigação, sendo

possível observar a redução da probabilidade da ocorrência, melhorando a condição de nível de risco associado à condição de insegurança (Figura 70).

Figura 66 - Alerta de Segurança Operacional (ASO) nº 15 de 2024

**ALERTA DE SEGURANÇA OPERACIONAL – ASO nº 15/Brasil Aviation/2024**  
*Data do Alerta: 24/09/2024*

**ATENÇÃO**

Melhor dissipação de energia cinética e escoamento do fluido (respingo).  
Melhor armazenamento de fluido, sistema de travas e filtragem de resíduos.



**ALERTA DE SEGURANÇA OPERACIONAL – ASO nº 15/Brasil Aviation/2024**  
*Data do Alerta: 24/09/2024*

**ATENÇÃO**

Melhor Mobilidade para o transporte do coletor por meio de haste de transporte. O fluido fica mais bem armazenado durante o transporte.



Fonte: Print tirado pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024).

Figura 67 - Avaliação de Riscos Pós-mitigação para o novo coletor

| Avaliação de Riscos Pós-mitigação            |                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |                |               |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|---------------|
| Perigo                                       | Problemas ergonômicos gerados na movimentação do coletor foram sanados com a inserção do puxador, inserção de travas para mantê-lo na mesma posição, inserção de barreiras adequadas para manter o fluido dentro do coletor, inserção de tela para separação de resíduos.  |            |                |               |
| Consequência                                 | Pode ocorrer o extravasamento de fluido para fora do coletor que pode gerar resvalos de mecânicos e contaminação do piso em caso de exceder a capacidade do tanque do coletor, devendo o agente de manutenção atentar, gerenciar o manuseio e contingenciar se necessário. |            |                |               |
| Avaliação do risco<br>(referências no verso) | Probabilidade                                                                                                                                                                                                                                                              | Severidade | Nível de risco | Classificação |
|                                              | 1                                                                                                                                                                                                                                                                          | A          | 1A             | Baixo         |

Fonte: *Print* tirado pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024).

Figura 68 - Informação de Perigo - Avaliação Inicial de Análise Risco da OM

| Avaliação Inicial de Riscos                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |                |               |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|---------------|
| Descrição da situação                        | Um auxiliar de manutenção que realizava foi acionado de última hora para verificar um mau contato embaixo do painel da aeronave █████, quando um colega solicitou que ele saísse para que checar a cápsula barométrica. O auxiliar esbarrou acidentalmente em um <u>suit</u> , acionando o Starter, porém há um delay entre o acionamento e o giro de motor. Não houve giro de hélice e o Starter foi desligado poucos segundos depois após ser observado o erro. Houve erro de procedimentos, não há nenhum procedimento em uso de placas para identificação.<br><br>Falta de comunicação contribuiu para esse erro, as equipes da elétrica e turbo hélice não tinham conhecimento de quais manutenções a outra equipe estava realizando. |            |                |               |
| Perigo                                       | Desvio de procedimentos previstos no manual, pressão, falha de comunicação.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |                |               |
| Consequência                                 | Erros podem ser ocasionados por pressão e estresse. Desvio de procedimentos previstos no manual e falta de comunicação que contribuiriam para o acionamento inadvertido do starter com giro de motor, ingestão da <u>boroscópica</u> , dano da <u>Ct Disc</u> e <u>blades</u> , o giro das pás de hélice poderiam gerar danos físicos e materiais. A inobservância de materiais obstrutores no <u>check</u> de trem de pouso poderia ter gerado danos estruturais à aeronave e a pessoas. A não inclusão do Gestor de Segurança Operacional na tratativa imediata e comunicação do caso reduz a mitigação dos riscos.                                                                                                                      |            |                |               |
| Avaliação do risco<br>(referências no verso) | Probabilidade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Severidade | Nível de risco | Classificação |
|                                              | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | A          | 5A             | Moderado      |

Fonte: *Print* tirado pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024).

O Manual de Controle de Qualidade (MCQ) e o Manual da Organização de Manutenção (MOM) devem estar alinhados com as definições e metas estabelecidas pelo Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO) da OM Brasil Aviation (Brasil Aviation, 2024c).

No dia 28 de julho de 2024, durante o estudo de caso na OM Brasil Aviation, foi realizada uma palestra focada na conscientização sobre segurança operacional e fatores humanos aplicados às Organizações de Manutenção. A palestra, com duração de 3 horas, abordou a história da segurança operacional, explorando os fatores técnicos, humanos e organizacionais relacionados a acidentes. Foram discutidos dados como a frota atual de aeronaves no Brasil, o número de organizações de manutenção, o panorama de acidentes dos últimos 10 anos e os tipos de ocorrências,

destacando as principais causas relacionadas às falhas ou mau funcionamento de motores e componentes conforme relatados pelo CENIPA (ANAC, 2024b; ANAC, 2024c; ANAC, 2024d; Brasil Aviation, 2024e; SIPAER, 2024a; SIPAER, 2024c)

Figura 69 - Alerta de Segurança Operacional (ASO) n° 23 de 2024

**ALERTA DE SEGURANÇA OPERACIONAL – ASO n° 23/Brasil Aviation/2024**  
Data do Alerta: 22/10/2024

**ATENÇÃO**

Com o objetivo de aprimorar continuamente os procedimentos de manutenção e aumentar a segurança no hangar, identificamos problemas de comunicação que podem resultar em situações de perigo, como o acionamento acidental de motores, a entrada inadvertida de pessoas na aeronave ou falhas na coordenação entre equipes durante a manutenção de motores, aviônicos ou célula.

Para mitigar esses riscos, a utilização de placares de aviso passa a ser necessária durante qualquer operação de manutenção. Essa medida visa garantir que todas as equipes estejam cientes do status da aeronave e dos trabalhos em andamento, evitando assim erros que possam comprometer a segurança ou interferir nos procedimentos de outras equipes.

Contamos com a colaboração de todos para mantermos um ambiente de trabalho seguro.

**ALERTA DE SEGURANÇA OPERACIONAL – ASO n° 23/Brasil Aviation/2024**  
Data do Alerta: 22/10/2024

**ATENÇÃO**



Fonte: *Print* tirado pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024).

E ainda, foram discutidos modelos como o Modelo *Software*, *Hardware*, *Environment*, *Liveware*, *Liveware* (SHELL), focado no indivíduo, e o Modelo *Reason*, voltado para a organização. Conceitos como causa raiz e acidente, além das Resoluções n° 714 e n° 708 da ANAC sobre Relatos de Reporte Mandatórios e Voluntários, respectivamente, foram explanados. Os fatores contribuintes para o erro,

como a teoria do *iceberg*, e ferramentas para controle de risco também foram abordados durante a palestra, seguidos pela aplicação de questões para reforço do conteúdo (ANAC, 2024b; BRASIL, 2023a; BRASIL 2023b; SIPAER, 2024a, SIPAER, 2024b; SIPAER, 2024c; ICAO, 2018).

Figura 70 - Informação de Perigo - Avaliação Final de Análise Risco da OM

| Ações Demandadas e Mitigação |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| Ações demandadas             | Revisão de procedimentos operacionais, reforçar a comunicação de segurança entre as equipes de trabalho, implementar etiquetas e placas de segurança.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |
| Medidas de mitigação         | Sobre a revisão de procedimentos operacionais as equipes estão cientes de que devem executar a manutenção em conformidade com o manual do fabricante e legislação em vigor. Quanto a reforçar a comunicação de segurança entre as equipes de trabalho, as equipes estão cientes de que devem comunicar-se entre si de modo a mitigar erros de interpretação, como por exemplo fazer um Briefing antes de executar uma manutenção. Quanto implementar etiquetas e placas de segurança, foram solicitados para aquisição três tipos de placares diferentes, solicitados pelo Caetano em conversa com o GSO, etiquetas com as seguintes informações: motor em inspeção, não acionar aeronave, não energizar a aeronave, não entre na aeronave. Eles serão disponibilizados na ferramentaria para uso obrigatório, todos devidamente informados por Alerta de Segurança Operacional. |  |  |  |

| Avaliação de Riscos Pós-mitigação            |                                                                               |            |                |               |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|---------------|
| Perigo                                       | Cultura organizacional.                                                       |            |                |               |
| Consequência                                 | Reincidência na realização de <u>check</u> dos motores e possível penalidade. |            |                |               |
| Avaliação do risco<br>(referências no verso) | Probabilidade                                                                 | Severidade | Nível de risco | Classificação |
|                                              | 1                                                                             | A          | 1A             | Moderado      |

Fonte: *Print* tirado pelo autor com permissão da Brasil Aviation (2024).

Também foram apresentados gráficos de retrabalho de 2018 a 2020 e índices de retrabalho de 2019 a 2020 da ANAC. Aspectos contribuintes por área foram discutidos, evidenciando que o fator técnico do ser humano representa 50,2%, seguido por aspectos psicológicos com 30,8%. A palestra abordou ainda os fatores humanos em acidentes/incidentes, ressaltando que aproximadamente 75-80% desses eventos são causados por erro humano, com cerca de 12% relacionados especificamente à manutenção (ANAC, 2024c; SIPAER, 2024a; ICAO2018).

Paralelo a isso foram realizadas palestras como medidas de conscientização, demonstrando que as ferramentas e métricas de controle de FOD na OM Brasil Aviation foram bem aceitas, sendo que um certificado de uma palestra consta no Anexo C.

Com as palestras, as medidas de conscientização, o envio de Alertas de Segurança Operacional (ASO) sobre FOD foi possível notar uma redução considerável de produção dos detritos, conforme relatado e discutido na Seção 4.3.2, contribuindo de fato para a implementação da cultura organizacional.

## 5. CONCLUSÃO

Com desenvolvimento de ferramentas para o controle de risco no Gerenciamento da Segurança Operacional e Implementação de Cultura Organizacional nas Organizações de Manutenção (OM) de aviões, por meio de estudos de casos realizados nas OM Aerobat e OM Brasil Aviation, pode-se concluir que o desenvolvimento destas teve impacto direto na segurança operacional dentro das OM, com a implementação das ferramentas propostas e a otimização de indicadores e gestão de processos operacionais de manutenção.

Uma das principais contribuições foi o desenvolvimento de uma ferramenta do tipo planilha em Excel para o controle de condições inseguras, que visou o monitoramento do Índice de Retrabalho e à matriz de risco, bem como o índice de tolerabilidade. A aplicação dessas ferramentas, combinada com a conscientização na melhoria contínua, permitiu uma otimização significativa na redução das falhas de processo operacional, com ênfase na detecção precoce de condições potencialmente perigosas, resultando em uma diminuição de mais de 60% nos casos de *Foreign Object Debris/Damage* (FOD), para o período de julho a novembro de 2024, um dos principais riscos identificados na OM Brasil Aviation.

Além disso, a proposição da ferramenta automatizada para controle de tolerabilidade, que utiliza uma matriz de risco implementada em linguagem de programação *Python*, proporcionou uma avaliação mais assertiva dos riscos e otimizou a priorização das ações de mitigação por parte da Gerência de Segurança Operacional, no entanto, esta foi preterida nas OM Aerobat e Brasil Aviation por não armazenar dados, sendo preferida a ferramenta do tipo planilha desenvolvida com o *Software Excel*.

Outro ponto fundamental foi o controle de FOD, onde a ferramenta desenvolvida de gerenciamento do tipo planilha em Excel, combinada com os processos de coleta de FOD por Coletor Magnético de FOD (FODMS), por Coletor tipo lata (FODB) e Caminhadas (FODW), e ainda, associando com palestras para a conscientização e implementação de cultura organizacional, todas as ações contribuíram na redução da produção de FOD. O impacto desse controle foi importante, pois além da redução do FOD, contribuiu para a maior conscientização dos profissionais da manutenção, além da redução do Índice de Retrabalho na OM Brasil Aviation, durante o período do estudo de caso.

Por fim, a proposta de integração dessas ferramentas ao Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) dentro das OM, como foi implementado nas OM Aerobat e Brasil Aviation, mostrou-se eficaz na promoção de uma cultura de segurança mais eficiente. As ferramentas de gerenciamento de risco, aliada à melhoria contínua, garantiram a conformidade com as regulamentações e aumentaram a capacidade das organizações de detectar, mitigar e prevenir riscos operacionais.

Em síntese, a pesquisa demonstrou que, ao aplicar essas ferramentas de controle de risco, as organizações de manutenção podem alcançar uma maior eficiência operacional, redução de riscos e um ambiente de trabalho mais seguro. As ferramentas desenvolvidas e a promoção de uma cultura organizacional voltada para a segurança operacional têm potencial para transformar a gestão da manutenção aeronáutica, proporcionando um modelo replicável para outras OM, com o objetivo de garantir a segurança e a confiabilidade das operações aeronáuticas.

## 6. REFERÊNCIAS

Aerobat. **Manual da Organização de Manutenção (MOM): Revisão 00 - versão de 01 de ago. de 2018.** Documento interno, Anápolis, 2018.

Aerobat. **Manual de Controle da Qualidade (MCQ): Revisão 01 - versão de 21 de jan. de 2019.** Documento interno, Anápolis, 2019a.

Aerobat. **Plano de Implementação do Gerenciamento da Segurança Operacional: Revisão 01 - versão de 11 de jan. de 2019.** Documento interno, Anápolis, 2019b.

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **Guia da organização de manutenção – GOM.** 2. ed. Superintendência de Padrões Operacionais - SPO. Brasília, mar. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-arquivos/GOMGuiaOrganizacaoManutencao1.pdf>. Acesso: 10 jun. 2024.

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária). **Manual De Gerenciamento Do Risco de FOD (Foreign Object Debris).** [S.L], 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/centrais-de-conteudo/aeroportos-e-aerodromos/manuais-e-cartilhas/manual-fod.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2024.

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **Especificações Operativas - RBAC 145.** Brasília, abr. 2024a. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaZTg4NzVIY2EtNzNjZS00N2M3LTIINzktMjMzNGIxOWEYOTM3IiwidCI6ImI1NzQ4ZjZiZWVhOTQ0NGlyYi1hYjJhLWVmOTUyMjM2ODM2NiIsImMiOiR9>. Acesso: 22 abr. 2024.

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **Frota de Aeronaves Civis Brasileiras em Tempo Real.** Brasília, 2024b. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaMGQ2MjdiMWYtNzQxZS00Mzk2LWE0NmEtMzFiMTNmNzI1OTk3IiwidCI6ImI1NzQ4ZjZiZWVhOTQ0NGlyYi1hYjJhLWVmOTUyMjM2ODM2NiIsImMiOiR9>. Acesso: 09 jun. 2024.

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **Portal da Agência Nacional de Aviação Civil.** Brasília, 2024c. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/>. Acesso em: 19 abr. 2024.

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO).** Brasília, 2024d. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/sgso#:~:text=O%20Sistema%20de%20Gerenciamento%20da,al%C3%A9m%20do%20ambiente%20da%20avia%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 24 abr. 2024.

Aviation Spares & Repairs. **FOD magnetic sweepers.** Disponível em: <https://aviationspares.com/safety-equipment/fod-magnetic-sweepers/>. Acesso em: 25 nov. 2024.

Bağcı, Hakkı., Gerede, Ender. Use of a nominal group technique in the exploration of safety hazards arising from the outsourcing of aircraft maintenance. **Safety Science**. v. 118, p. 795-804, 2019. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.06.012> Acesso em: 12 abr. 2024

BRASIL. ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 43. **Manutenção, Manutenção Preventiva, Reconstrução e Alteração**. [S.L.], 2013. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2014/49/anexo-ii-rbac-43-emenda-01>.

Acesso em: 20 abr. 2023

BRASIL. ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 65. **Requisitos gerais para programas de treinamento de pessoal técnico de manutenção aeronáutica**. [S.L.], 2018. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-65/>.

Acesso em: 22 abr. 2023.

BRASIL. ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Regulamento Brasileiro De Aviação Civil (RBAC) nº 91. **Requisitos gerais de operação para aeronaves civis**. [S.L.], 2020. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-91>

Acesso em: 14 abr. 2023.

BRASIL. ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 121. **Operações de transporte aéreo público com aviões com configuração máxima certificada de assentos para passageiros de mais 19 assentos ou capacidade máxima de carga paga acima de 3.400 kg**. [S.L.], 2010a. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-121>. Acesso em: 19 abr. 2023.

BRASIL. ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 135. **Operações de transporte aéreo público com aviões com configuração máxima certificada de assentos para passageiros de até 19 assentos e capacidade máxima de carga paga de até 3.400 kg (7.500 lb), ou helicópteros**. [S.L.], 2010b. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-135/>.

Acesso em: 24 abr. 2023.

BRASIL. ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Regulamento Brasileiro De Aviação Civil (RBAC) nº 145. **Organizações de manutenção de produto aeronáutico**. [S.L.], 2013. Disponível em:

<https://pergamum.anac.gov.br/arquivos/RBAC145EMD07.PDF>. Acesso em: 25 abr. 2023.

BRASIL. ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Regulamento Brasileiro De Aviação Civil (RBAC) nº 153. **Aeródromos - operação, manutenção e resposta à emergência**. [S.L.], 2024. Disponível em: [https://](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-)

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e->

[rbac/rbac/anexos/rbac153emd08-aerodromo-de-uso-publico-classe-i-rbac-no-121-certop.pdf](#). Acesso em: 07 jun. 2025.

BRASIL. ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Resolução 714, 26 de abril de 2023a. **Aprova o Programa de Reportes Mandatórios de Segurança Operacional no âmbito da ANAC e emendas os RBACs nº 01, 121, 135, 145 e 175.** Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/resolucoes/2023/resolucao-714> Acesso: 29 abr. 2024.

BRASIL. ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). Resolução 708, de 30 de março de 2023b. **Estabelece a Política de Proteção de Dados e Informações de Segurança Operacional no âmbito da ANAC.** Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/resolucoes/2023/resolucao-708> Acesso: 29 abr. 2024.

BRASIL. **Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986.** Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1986. Brasília, DF. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7565compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7565compilado.htm). Acesso em: 29 mar. 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005.** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 set. 2005. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2005/Lei/L11182.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11182.htm). Acesso em: 02 abr. 2024.

BRASIL. ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil). **Instrução Suplementar nº 145.214- 001, Revisão B - Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional em Organizações de Manutenção de Produto Aeronáutico.** Brasília: ANAC, 2018. Disponível online em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-145-214-001b>. Acesso em: 13 abr. 2023.

Brasil Aviation. **Alerta de Segurança Operacional - coleta em 20 de jul. de 2024.** Documento interno, Goiânia, 2024a.

Brasil Aviation. **Informação de Perigo (IP) - coleta em 18 jul. de 2024.** Documento interno, Goiânia, 2024b.

Brasil Aviation. **Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO): Revisão 04 - coleta em 06 de jul. de 2024.** Documento interno, Goiânia, 2024c.

Brasil Aviation. **Relatório nº 09 de 2024 - Brasil Aviation/Brasil Vida - Gerenciamento do Risco - coleta em 04 de jul. de 2024.** Documento interno, Goiânia, 2024d.

Brasil Aviation. **Sítio da Brasil Aviation - Manutenção Aeronáutica – coleta em 11 de jul. de 2024.** Goiânia, 2024e. Disponível em: <https://brasilaviation.com.br/>. Acesso em: 11 jul. 2024.

Centro de Investigações e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). **Portal do CENIPA - O que fazemos.** [S.L.], 2024. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/o-cenipa> Acesso em: 30 abr. 2024.

Centro de Investigações e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). **Relatórios Finais Publicados.** [S.L.], 2023. Disponível em: <https://sistema.cenipa.fab.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/relatorios.php> Acesso em: 30 dez. 2023.

Centro de Investigações e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). **Relatório Final A – N° 67/CENIPA/2009: Ocorrência de acidente aeronáutico, aeronave PR-MBK, modelo airbus a-320, data 17 julho 2007.** Brasília, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/gerenciamento-da-seguranca-operacional/relatorio-de-acidentes/arquivos/2007/pr-mbk.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2024.

Comando da Aeronáutica (COMAER). MCA 3-3. **Manual de Prevenção do SIPAER: Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.** [S.L.], 2012. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/seguranca-de-voo?download=99:mca3-3>. Acesso em 22 jun. 2024.

Comando da Aeronáutica (COMAER). Norma da Sistema do Comando da Aeronáutica. **NSCA 3-13: protocolo de investigação de ocorrências aeronáuticas da aviação civil conduzidas pelo estado brasileiro.** Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www2.fab.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/seguranca-de-voo?download=112:nsca3-13>. Acesso em: 12 mai. 2024.

Federal Aviation Administration (FAA). Safety Management System (SMS). **About FAA.** Washington, 2024. Disponível em: <https://www.faa.gov/about/initiatives/sms>. Acesso em: 29 set. 2024.

Gerede, Ender. A qualitative study on the exploration of challenges to the implementation of the Safety Management System in aircraft maintenance organizations in Turkey. **Journal of Air Transport Management.** v. 47, p. 230-240, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2015.06.006>. Acesso em: 15 jun. 2024.

Gerede, Ender. A study of challenges to the success of the safety management system in aircraft maintenance organizations in Turkey. **Safety Science.** v. 73, p. 106-116, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2014.11.013>. Acesso em: 17 jun. 2024.

Gill, Gurjeet K.; Shergill, Gurvinder S. Perceptions of safety management and safety culture in the aviation industry in New Zealand. **Journal of Air Transport Management.** v. 10, n. 4, p. 233-239, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2004.02.002>. Acesso em 11 jun. 2024.

Homa, Jorge M. **Conhecimentos Técnicos: Aeronaves e Motores.** São Paulo: ASA, 2009.

Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). **ICA 100-37, de 10 de novembro de 2020 que aprova a reedição da Instrução do Comando da Aeronáutica que regulamenta os Serviços de Tráfego Aéreo.** Serviços de Tráfego Aéreo. [S.L.], 2020. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ICA-100-37>. Acesso em: 29 mar. 2024.

International Civil Aviation Organization (ICAO). **Annex 6 Operation of Aircraft. 11th ed.** Montreal, 2018. Disponível em: [https://www.icao.int/safety/CAPSCA/PublishingImages/Pages/ICAO-SARPs-\(Annexes-and-PANS\)/Annex%206.pdf](https://www.icao.int/safety/CAPSCA/PublishingImages/Pages/ICAO-SARPs-(Annexes-and-PANS)/Annex%206.pdf). Acesso em: 18 mar. 2024.

International Civil Aviation Organization (ICAO) **Annex 19 to the Convention on International Civil Aviation: Safety Management. 2nd ed.** Montreal, 2016. Disponível em: <https://skybrary.aero/articles/icao-annex-19-safety-management> Acesso em 14 mai. 2024.

International Civil Aviation Organization (ICAO) **Human Factors Training Manual: Doc. 9683 AN/950.** 1ª ed. Montreal, 1998. Disponível em: <https://standart.aero/en/icao/book/doc-9683-human-factors-training-manual-en-cons> Acesso em: 02 abr. 2024.

ICAO (International Civil Aviation Organization). **Safety Management Manual (SMM): Doc. 9859.** 4ª ed. Montreal: ICAO, 2018.

Jain, Sarika; Prasad, M. S; Gupta, Ravina. A Comparison of Manual and Automotive FOD Detection Systems at Airport Runways. In: **10th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO)**, ISBN: 978-166547433-7, 2022, Noida, Conference Proceedings. Noida, India: Amity University, 2022, Code 184922. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ICRITO56286.2022.9964557>. Acesso em: 04 Jun. 2025.

Jalham, Issam S.; Al-Masarweh, lyadeh T. A Suggested Approach for Maintenance Performance Framework: An Aircraft Maintenance Organization as a case study. **Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineerin.** v. 18, n. 1, p. 159-170, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.59038/jjmie/180112>. Acesso em 09. Mar. 2024.

Logan, Timonthy. J. Error prevention as developed in airlines. **International Journal of Radiation Oncology Biology Physics.** v. 71, n. 1, p. 178-181, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2007.09.040>. Acesso em: 14 mai. 2024.

Machado, Marcio Cardoso; Urbina, Ligia Maria Soto; Eller, Michelle Aparecida Gomes. Manutenção Aeronáutica no Brasil: distribuição geográfica e técnica. **Gestão & Produção.** v. 22, n. 2, p. 243-253, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-530X1031>. Acesso em: 10 de nov. de 2024.

McDonald, N., Corrigan, S., Daly, C., & Cromie, S. Safety management systems and safety culture in aircraft maintenance organisations. **Safety Science.** v. 34, p. 275-

295, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00011-4](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00011-4). Acesso em: 07 mai. 2024.

Moayed, Farman A., Shell, Richard. L. Comparison and evaluation of maintenance operations in lean versus non-lean production systems. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**. v. 15, p. 285-296, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/13552510910983224>. Acesso em 19 jun. 2024.

Montgomery, Douglas C.; Runger, George C. **Applied Statistics and Probability for Engineers. Fifth Edition**. New York: John Wiley & Sons, 2011.

Onofre, Renato. **Morte de Campos: investigações do CENIPA levam em média mais de mil dias**. O Globo. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/politica/morte-de-campos-investigacoes-do-cenipa-levam-em-media-mais-de-mil-dias-13677457>. Acesso em: 21 de agosto de 2023.

Patterson, A. C. **Great Texas Airshow thrills more than half-million attendees. Base Conjunta San Antonio**. Texas, 2022. Disponível em: <https://www.jbsa.mil/News/News/Article/3010427/great-texas-airshow-thrills-more-than-half-million-attendees/>. Acesso em: 25 nov. 2024.

Pujol, Leonardo; Pandolfi, Robson. **Voo JJ 3054: as lições da maior tragédia da aviação brasileira**. BBC News Brasil. Porto Alegre, 14 julho de 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-40539541>. Acesso em: 09 jun. 2024.

Rodeguero, M. A.; branco, H. **Gerenciando o risco na aviação geral: segurança de voo**. São Paulo: Bianch, 2015.

Singh, Vedant; Sharma, Somesh Kumar; Chadha, Indu; Singh, Tej. Investigating the moderating effects of multi group on safety performance: The case of civil aviation. **Case Studies on Transport Policy**. 7, p. 477-488, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.01.002>. Acesso em: 01 jul. 2024.

Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER). **Painel SIPAER**. Ocorrências Aeronáuticas na Aviação Civil Brasileira. [S.L], 2024a. Disponível em: <https://painelsipaer.cenipa.fab.mil.br/extensions/Sipaer/acidentes.html>. Acesso em: 23 abr. 2024.

Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER). **Relato De Prevenção - RELPREV**. Air Safety Report - ASR. [S.L], 2024b. Disponível em: [https://www2.fab.mil.br/cenipa/images/FORM\\_RELPREV\\_2023.pdf](https://www2.fab.mil.br/cenipa/images/FORM_RELPREV_2023.pdf) Acesso em: 01 mai. 2024.

Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER). **Recomendação de Segurança Operacional**. [S.L], 2024c. Disponível em: <https://painelsipaer.cenipa.fab.mil.br/extensions/Sipaer/Recomendacao.html> Acesso em: 01 jul. 2024.

Soares, Aroldo Costa Filho. **Regulamento de Tráfego Aéreo - Piloto Privado - Avião e Helicóptero**. 8ª Edição. São Paulo: Espaço Aéreo, 2010.

Stadnicka, Dorota; Arkhipov, Dmitry; Battara, Olga; Ratnayake, R.M, Chandima. Skills management in the optimization of aircraft maintenance processes.

**International Federation of Automatic Control**. v. 50, p. 6912-6917, 2017.

Disponível em: <https://10.1016/j.ifacol.2017.08.1216>. Acesso em: 18 jul. 2024.

Stolzer, Alan J.; Halford, Carl D.; Gogila, John J. **Sistemas de Gerenciamento da Segurança Operacional na aviação**. 1. ed. Tradução feita pela equipe DCA-BR - Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica. São José dos Campos, SP: DCA-BR, 2011.

Tu, P. V. L.; Yam, R.; Tse, P.; Sun, A. O. An integrated maintenance management system for an advanced manufacturing company. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**. v. 17, p. 692-703, 2001. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1007/s001700170135>. Acesso em: 16 jul. 2024.

Under, Ilker; Gerede, Ender. Silence in Aviation: Development and Validation of a Tool to Measure Reasons for Aircraft Maintenance Staff not Reporting. **Organizacija**. v. 54, p. 1-14, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.2478/orga-2021-0001>. Acesso em: 22 jul. 2024.

Ward, Marie; McDonald, Nick; Morrison, Rabea; Gaynor, Des; Nugent, Tony. A performance improvement case study in aircraft maintenance and its implications for hazard identification. **Ergonomics**. v. 53, p. 247-267, 2010. Disponível em:

<https://doi.org/10.1080/00140130903194138>. Acesso em: jun. 2024.

Wazlawick, Raul Sidnei. Introdução a Algoritmos e Programação com Python. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2017. 232 p. ISBN 978-85-352-9051-6.

## APÊNDICE A - FERRAMENTA DESENVOLVIDA COM SOFTWARE EXCEL PARA O CONTROLE DA MATRIZ DE RISCO

Quadro 16 - Aplicação de fórmulas VBA na planilha Excel

| Variáveis               | 3 x 3                                                                                                                                        | 5 x 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Probabilidade (p)       | Uso de validação de dados                                                                                                                    | Uso de validação de dados                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Severidade (s)          | Uso de validação de dados                                                                                                                    | Uso de validação de dados                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| p                       | =SE(I2="Improável"; 1; SE(I2="Possível"; 2; SE(I2="Provável"; 3; "")))                                                                       | =SE(I2="Raro"; 1; SE(I2="Improável"; 2; SE(I2="Provável"; 3; SE(I2="Ocasional"; 4; SE(I2="Frequente"; 5; ""))))))                                                                                                                                                                                                 |
| s                       | =SE(J2="Menor"; "A"; SE(J2="Significativo"; "B"; SE(J2="Catastrófico"; "C"; "")))                                                            | =SE(J2="Menor"; "A"; SE(J2="Significativo"; "B"; SE(J2="Crítico"; "C"; SE(J2="Maior"; "D"; SE(J2="Catastrófico"; "E"; ""))))))                                                                                                                                                                                    |
| Classificação de riscos | =K2&L2                                                                                                                                       | =K2&L2                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Risco                   | =SE(OU(M2="2C"; M2="3B"; M2="3C"); "Extremo"; SE(OU(M2="1C"; M2="1B"; M2="2B"; M2="3A"); "Moderado"; SE(OU(M2="1A"; M2="2A"); "Baixo"; ""))) | =SE(OU(M2="3E"; M2="4D"; M2="4E"; M2="5C"; M2="5D"; M2="5E"); "Extremo"; SE(OU(M2="1E"; M2="2D"; M2="2E"; M2="3C"; M2="3D"; M2="4B"; M2="4C"; M2="5A"; M2="5B"); "Elevado"; SE(OU(M2="1C"; M2="1D"; M2="2B"; M2="2C"; M2="3A"; M2="3B"; M2="4A"); "Moderado"; SE(OU(M2="1A"; M2="1B"; M2="2A"); "Baixo"; "")))))) |
| Peso                    | =SE(L2="A"; 1; SE(L2="B"; 2; SE(L2="C"; 3; "")))+K2                                                                                          | =SE(L2="A"; 1; SE(L2="B"; 2; SE(L2="C"; 3; SE(L2="D"; 4; SE(L2="E"; 5; "")))))) + K2                                                                                                                                                                                                                              |

Fonte: Autor (2024).

## APÊNDICE B - FERRAMENTA DESENVOLVIDA EM CÓDIGO *PYTHON* PARA PARA O CONTROLE DE TOLERABILIDADE

```
def matriz_de_risco():
    # Solicita entrada dos dados de probabilidade e severidade
    probabilidade = int(input("Digite a probabilidade (1 a 5): "))
    severidade = input("Digite a severidade (A a E): ").upper() # Convertendo
    para maiúsculas
    # Define a classificação da operação com base na probabilidade e
    severidade
    classificacao = ""
    # Verifica se a entrada de probabilidade está dentro do intervalo
    permitido
    if probabilidade < 1 or probabilidade > 5:
        print("Probabilidade inválida! Deve estar entre 1 e 5.")
    else:
        # Verifica se a entrada de severidade está dentro do intervalo
        permitido
        if severidade not in ['A', 'B', 'C', 'D', 'E']:
            print("Severidade inválida! Deve estar entre A e E.")
        else:
            # Calcula a classificação da operação com base na probabilidade e
            severidade
            if probabilidade == 5 and severidade in ['C', 'D', 'E']:
                classificacao = "Operações inaceitáveis"
            elif probabilidade == 4 and severidade in ['D', 'E']:
                classificacao = "Operações inaceitáveis"
            elif probabilidade == 3 and severidade == 'E':
                classificacao = "Operações inaceitáveis"
            elif probabilidade == 5 and severidade in ['A', 'B']:
                classificacao = "Operações aceitáveis: com mitigação de risco
elevado"
            elif probabilidade == 4 and severidade in ['B', 'C']:
                classificacao = "Operações aceitáveis: com mitigação de risco
elevado"
            elif probabilidade == 3 and severidade in ['C', 'D']:
                classificacao = "Operações aceitáveis: com mitigação de risco
elevado"
            elif probabilidade == 2 and severidade in ['D', 'E']:
                classificacao = "Operações aceitáveis: com mitigação de risco
elevado"
            elif probabilidade == 1 and severidade == 'E':
                classificacao = "Operações aceitáveis: com mitigação de risco
elevado"
            elif probabilidade == 4 and severidade == 'A':
                classificacao = "Operações aceitáveis: com mitigação de risco
moderado"
            elif probabilidade == 3 and severidade in ['A', 'B']:
```

```

        classificacao = "Operações aceitáveis: com mitigação de risco
moderado"
    elif probabilidade == 2 and severidade in ['B', 'C']:
        classificacao = "Operações aceitáveis: com mitigação de risco
moderado"
    elif probabilidade == 1 and severidade in ['C', 'D']:
        classificacao = "Operações aceitáveis: com mitigação de risco
moderado"
    elif probabilidade == 1 and severidade == 'A':
        classificacao = "Ações para operações aceitáveis"
    elif probabilidade == 2 and severidade == 'A':
        classificacao = "Ações para operações aceitáveis"
    elif probabilidade == 1 and severidade == 'B':
        classificacao = "Ações para operações aceitáveis"
    # Verifica a classificação da operação e atribui a ação
correspondente
    acoes = ""
    if classificacao == "Operações inaceitáveis":
        acoes = "Interrupção imediata das atividades determinada pelo
GR, com envio de informação ao CSO, RSO e à ANAC; "
        acoes += "GASO elabora plano de ação em até 24h após
informação ao GR; "
        acoes += "Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo GR; "
        acoes += "Envio imediato do plano de ação para conhecimento da
ANAC; e "
        acoes += "Retorno às atividades após implementação eficaz do
plano de ação, mediante autorização do GR e comunicação à ANAC."
    elif classificacao == "Operações aceitáveis: com mitigação de
risco elevado":
        acoes = "Atividades mantidas sob restrições temporárias por
determinação do pelo GASO, GR, com informação ao CSO, RSO e à ANAC; "
        acoes += "Restrições operacionais definidas pelo CSO
subsidiado; "
        acoes += "GASO elabora plano de ação em até 48h após
informação ao GR; "
        acoes += "Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo GR ou
RSO; "
        acoes += "Monitoramento das restrições temporárias pelo GR ou
RS; "
        acoes += "Retorno às condições normais de operação, mediante
comprovação da eficácia do plano de ação pelo GR ou RSO, com informação à
ANAC."
    elif classificacao == "Operações aceitáveis: com mitigação de
risco moderado":
        acoes = "Atividades mantidas sob restrições temporárias
definidas pelo GASO, com informação ao RSO; "
        acoes += "GASO elabora plano de ação em até 120h após
informação ao GR; "

```

```

        acoes += "Plano de ação a ser submetido à aprovação pelo RS0; Monitoramento das restrições temporárias pelo RS0; e "
        acoes += "Retorno às condições normais de operação, mediante comprovação da eficácia do plano de ação pelo RS0, com informação ao CS0."
        elif classificacao == "Ações para operações aceitáveis":
            acoes = "Não requer ações imediatas: Não requer acionamento do GASO, a princípio; "
            acoes += "Ações de controle rotineiras estabelecidas pelos gerentes locais, em conformidade com os procedimentos padronizados em vigor; "
            acoes += "Acionamento do GASO pelo gerente local, caso as ações de controle rotineiras não produzam os efeitos esperados; e "
            acoes += "GASO prossegue no monitoramento das condições operacionais, na coordenação das ações subsequentes, e informação ao RS0, caso necessário."

        # Imprime a classificação da operação e as ações correspondentes
        print("A classificação da operação é:", classificacao)
        print("As ações correspondentes são:", acoes)
def dados_de_ir():
    print("Código em construção para Dados de IR.")
def dados_de_idso_e_mdso():
    print("Código em construção para Dados de IDSO e MDSO.")
def dados_de_reportes():
    print("Código em construção para Dados de Reportes.")
def ec():
    print("Código em construção para EC.")
def ia():
    print("Código em construção para IA.")
# Menu de opções
print("Selecione uma opção:")
print("1. Matriz de Risco")
opcao = int(input("Digite o número da opção desejada: "))
# Execução da opção selecionada
if opcao == 1:
    matriz_de_risco()
else:
    print("Opção inválida. Por favor, selecione uma opção válida.")

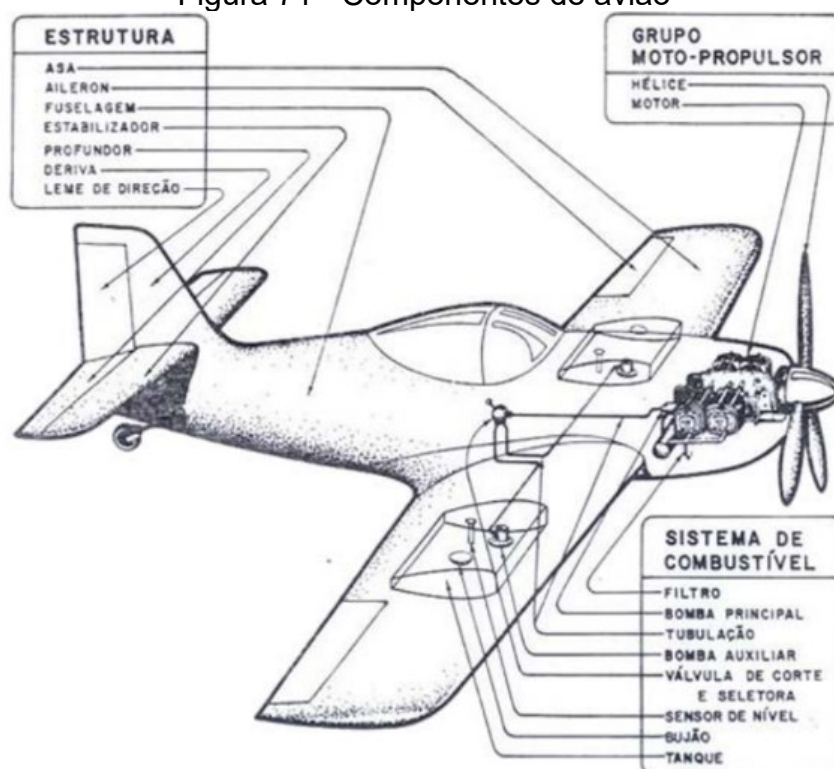
```

## APÊNDICE C - CLASSIFICAÇÃO DE AVIÕES

Além do Grupo Moto-Propulsor (GMP), local onde ocorre a combustão, os componentes de uma aeronave podem ser agrupados em três categorias, o GMP, Estrutura de Célula e Sistemas Aviônicos. A Estrutura refere-se à carcaça ou fuselagem que dá forma à aeronave, abriga os ocupantes e a carga, e sustenta os demais componentes. O GMP é responsável por fornecer a propulsão ou força necessária para o deslocamento da aeronave no ar (Homa, 2009).

A aeronave vista na Figura 71 demonstra seus componentes que são compostos por diferentes partes que desempenham funções específicas, como sistema elétrico, sistema de combustível, sistema de ar-condicionado, piloto automático, entre outros. Quanto aos motores, as aeronaves podem ser divididas em motores à Pistão, Turbo-Hélice ou Jato (Homa, 2009).

Figura 71 - Componentes de avião



Fonte: Homa (2009).

Quadro 17 - Definições de estrutura do avião

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Número de asas                                | A asa é definida por sua envergadura, de ponta a ponta. Todas as asas são ligadas à fuselagem, o monoplano tem um plano de asa, o biplano tem dois planos de asa, o triplano possui três planos de asa.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Posição das asas em relação à fuselagem       | A raiz de todas as asas são ligadas à fuselagem com exceção da asa parassol, que possui suportes que ligam à fuselagem. A asa baixa é ligada na parte inferior da fuselagem, enquanto a asa média é ligada mais ou menos no meio da aeronave, já a asa alta, ligada na parte mais alta da fuselagem e difere-se da asa parassol.                                                                                                                                                   |
| Fixação da asa na fuselagem                   | A asa cantiléver não possui suporte, enquanto a asa semi-cantilever possui suporte, esses suportes externos transmitem as cargas de esforço das asas à estrutura da aeronave e melhora a condição de esforços estruturais gerados pelo voo e movimentações da aeronave.                                                                                                                                                                                                            |
| Tipos de fuselagem                            | A estrutura tubular possui tubos de aço soldados e a aeronave geralmente é revestida de tela, trata-se de uma estrutura bastante simples. A estrutura semi-monocoque possui caverna, revestimento estrutural, longarinas que melhoram a resistência quanto aos esforços estruturais nas movimentações da aeronave, é basicamente a estrutura mais usada na aviação. Já a estrutura monocoque é a mesma da semi-monocoque, com exceção das longarinas e pouco empregada na aviação. |
| Número de motores                             | O monomotor possui apenas um motor, já o bimotor possui dois motores. Entretanto existem mais configurações, como aeronaves com três, quatro e seis motores.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Posição das rodas do trem de pouso            | O Trem de Pouso Convencional (TPC) possui o Trem de Pouso Principal (TPP) embaixo das asas, ligado à fuselagem e a bequilha na cauda. Já o Trem de Pouso Triciclo (TPT) possui o TPP embaixo das asas, ligado à fuselagem e o trem do nariz abaixo do nariz da aeronave, ligado à fuselagem. Existem alguns tipos de aeronaves com os TPP ligados às asas.                                                                                                                         |
| Tipos de retração de trem de pouso            | O trem fixo é imóvel. O retrátil recolhe, porém, fica aparente. Já o escamoteável recolhe completamente e não fica à mostra.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Superfície utilizada para pousos e decolagens | Os Hidroplanos podem pousar somente na água, os terrestres em solo rígido, já os anfíbios podem pousar tanto na água como em solo rígido.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

Fonte: Homa (2009, p. 6 a 8).

Quem executa a manutenção das aeronaves e seus componentes no Brasil é o profissional detentor de um Certificado de Habilitação Técnica (CHT) na área da manutenção aeronáutica. De acordo com a regulamentação RBAC nº 65, as habilitações disponíveis para a licença de mecânico de manutenção aeronáutica são, Habilitação de Célula (CEL), Habilitação de Grupo Moto-propulsor (GMP) e Habilitação de Aviônicos (AVI). A habilitação em célula permite trabalhar com sistemas de pressurização, ar-condicionado, pneumático, sistemas hidráulicos, estrutura de aeronaves e helicópteros em geral, como a fuselagem da aeronave (BRASIL, 2018).

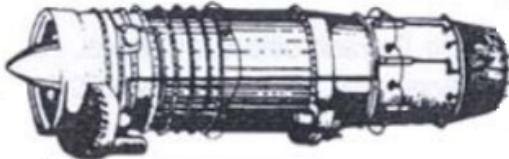
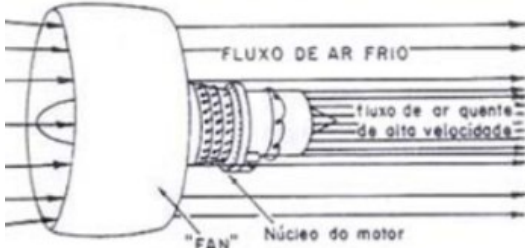
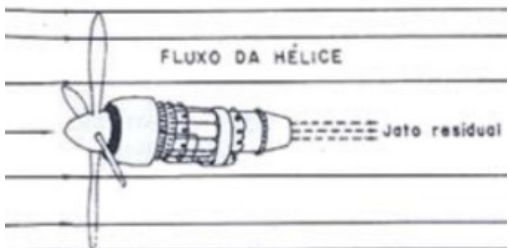
Já a habilitação em grupo motopropulsor permite trabalhar com todos os tipos de motores de aviação geral, sistemas de hélices e rotores, bem como com todos os sistemas dos grupos motopropulsores. Por fim, a habilitação em aviônico permite trabalhar com todos os componentes elétricos e eletrônicos de aeronaves, incluindo instrumentos de navegação, rádio navegação, comunicação, sistemas elétricos e de radar (BRASIL, 2018).

Para uma melhor compreensão sobre a classificação estrutural dos aviões, quanto ao número, posição, fixação das asas, tipos de fuselagem, número de motores, classificações de trem de pouso podem ser observados no Quadro 17, página anterior (Homa, 2009).

Os aviões podem ser divididos em dois grupos primários, considerando o sistema de propulsão: aeronaves a hélice e aeronaves a jato observados no Quadro 18 (próxima página). Nas aeronaves a hélice, o motor não gera diretamente a propulsão, mas por meio de pás de hélice. Essas hélices operam com base na Lei da Ação e Reação, impulsionando grandes volumes de ar a velocidades moderadas. Os motores que movem as pás de hélice podem ser de dois tipos motores a reação e motores turbohélice (Homa, 2009).

Já nas aeronaves a jato, também observado no Quadro 18, os motores impulsionam o ar diretamente. Ao contrário da hélice, o motor a jato desloca massas menores de ar a velocidades consideráveis. Também existe a classificação de aeronaves quanto a quantidade de motores: monomotor (1 motor), bimotor (2 motores), trimotor (3 motores), quadrimotor (4 motores), hexamotor (6 motores) (Homa, 2009).

Quadro 18 - Tipos de Motores e Especificações

| <b>Especificação:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Tipo de motor:</b>                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Este tipo de motor é semelhante aos utilizados em automóveis, mas é projetado de acordo com as exigências aeronáuticas de leveza, confiabilidade e alta eficiência. É econômico e eficaz em baixas velocidades e altitudes, destacando-se especialmente pelo baixo custo. Por essa razão, é amplamente empregado em aeronaves de pequeno porte.                                                                              | <b>Motor a Pistão</b><br>     |
| Neste tipo de motor, o ar é admitido e impulsionado em um fluxo de alta velocidade, aproveitando a energia expansiva dos gases aquecidos pela combustão. Em velocidades ou altitudes reduzidas, torna-se pouco econômico e eficiente, sendo mais adequado para aeronaves supersônicas.                                                                                                                                       | <b>Motor Turbojato</b><br>     |
| Este tipo de motor é composto por um turbojato, além de um fan (ventilador, em inglês). O fan atua como uma hélice com características especiais, gerando um fluxo de ar frio que se mescla aos gases quentes do jato principal. As vantagens desse motor incluem alta tração, baixo ruído e grande eficiência no consumo de combustível. Portanto, é o tipo de motor mais comum em aeronaves de alta velocidade atualmente. | <b>Motor Turbofan</b><br>     |
| Este tipo de motor é uma modificação do turbojato, em que praticamente toda a energia do jato é utilizada para acionar uma turbina, que por sua vez movimenta uma hélice por meio de uma caixa de engrenagens de redução. É especialmente adequado para velocidades intermediárias, situando-se entre os motores a pistão e os motores turbofan.                                                                             | <b>Motor Turbohélice</b><br> |

Fonte: Adaptado de Homa (2009, p. 26 a 27).

## APÊNDICE D - FOD COLETADOS NA OM AEROBAT

|    | A                                  | B   | C   | D   | E   | F   | G   | H   | I   | J   | K   | L   | M   | N      |
|----|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| 1  | ITENS ALTERÁVEIS                   | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | No ano |
| 2  | Parafuso                           | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2      |
| 3  | Arame de freio                     | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 4  | Rebite                             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 5  | Lacre                              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 6  | Ruela plástica                     | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 7  | Ruela metálica                     | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2      |
| 8  | Lixa                               | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 9  | Porca                              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 10 | limalha                            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 11 | Tampa de caixa de ar de carburador | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 12 | Grampo                             | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 2      |
| 13 | Lâmpada                            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1      |
| 14 | Item a inserir (novo)              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0      |
| 15 | Item a inserir (novo)              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0      |
| 16 | Item a inserir (novo)              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0      |
| 17 | QUANTIDADE TOTAL DE ITENS          | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 14  | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 15     |

## APÊNDICE E - FOD COLETADOS NA OM BRASIL AVIATION

| JULHO                     | 15/07/2024  | 15/07/2024  | 15/07/2024         | 19/07/2024        | 22/07/2024        | 23/07/2024        | 29/07/2024         | 31/07/2024        |       |
|---------------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------|
| Itens                     | FOD Externo | FOD Interno | Primeira Caminhada | Coletor magnético | Segunda Caminhada | Coletor magnético | Terceira Caminhada | Coletor magnético | TTL   |
| Anel/Abraçadeira          |             |             | 1                  |                   |                   |                   |                    |                   | 1     |
| Alumínio (pedaço)         | 1           |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   | 1     |
| Arame de freio            | 101         | 12          | 13                 |                   | 8                 | 11                |                    | 7                 | 152   |
| Arruela                   | 57          | 10          | 14                 | 16                | 3                 | 14                | 4                  | 28                | 146   |
| Borracha (pedaço)         | 2           |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   | 2     |
| Cabo emborrachado         |             |             | 1                  |                   |                   |                   |                    |                   | 1     |
| Clipe de escritório       | 4           | 4           | 2                  |                   | 1                 | 1                 |                    | 1                 | 13    |
| Contrapino                |             |             |                    |                   |                   | 30                |                    |                   | 30    |
| Concreto/detritos         | 21          |             | 17                 |                   | 21                |                   | 10                 |                   | 0     |
| Esfera                    | 1           |             |                    |                   |                   | 1                 |                    | 1                 | 3     |
| Estático de aeronave      |             |             |                    |                   | 1                 |                   |                    |                   | 1     |
| Etiqueta metálica         | 1           |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   | 1     |
| Grampo de escritório      | 1           |             | 2                  |                   |                   | 13                |                    | 4                 | 20    |
| Grampo manutenção         | 10          | 1           |                    |                   |                   | 5                 |                    | 8                 | 24    |
| lacre (plástico)          | 20          | 1           | 3                  |                   |                   |                   | 2                  |                   | 26    |
| Lâmina                    |             | 1           |                    |                   |                   | 6                 |                    | 1                 | 8     |
| Limalha                   |             |             |                    | 15                |                   |                   | 1                  | 5                 | 21    |
| Luva de borracha          | 1           |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   | 1     |
| Metal (pedaço)            |             | 5           | 2                  | 5                 |                   | 21                |                    | 20                | 53    |
| Mola de traquéia          | 1           |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   | 1     |
| Outros metais             | 15          |             |                    | 5                 | 3                 | 30                |                    | 24                | 77    |
| Papel                     |             |             | 2                  |                   | 2                 |                   |                    |                   | 4     |
| Parafuso                  | 28          |             | 1                  | 14                | 2                 | 12                |                    | 9                 | 66    |
| Pincel                    |             |             | 2                  |                   |                   |                   | 1                  |                   | 3     |
| Plástico (pedaço)         | 12          | 4           | 1                  |                   | 2                 |                   |                    |                   | 19    |
| Porca                     | 6           | 3           | 1                  | 4                 |                   | 1                 |                    | 1                 | 16    |
| Rebite                    | 5           | 1           |                    | 12                |                   | 11                |                    |                   | 29    |
| Tecido                    |             |             | 1                  |                   |                   |                   |                    |                   | 1     |
| Vegetal/madeira (pedaços) |             |             |                    |                   | 4                 |                   | 3                  |                   | 0     |
| Dzus                      |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   | 0     |
| Peso (Kg)                 | 0,350       | 0,050       | 0,100              | 0,076             | 0,018             | 0,123             | 0,010              | 0,063             | 0,790 |
| Quantidade de FOD         | 287         | 42          | 63                 | 71                | 47                | 156               | 21                 | 109               | 796   |

| AGOSTO                    |  | 01/08/2024  |             | 05/08/2024         | 09/08/2024        | 12/08/2024        | 16/08/2024        | 19/08/2024         | 23/08/2024        | 26/08/2024       | 30/08/2024        | TTL   |
|---------------------------|--|-------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------|
| Itens                     |  | FOD Externo | FOD Interno | Primeira Caminhada | Coletor magnético | Segunda Caminhada | Coletor magnético | Terceira Caminhada | Coletor magnético | Quarta Caminhada | Coletor magnético |       |
| Anel/Abraçadeira          |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                  |                   | 0     |
| Alumínio (pedaço)         |  | 2           |             | 7                  |                   |                   |                   | 1                  |                   | 2                |                   | 12    |
| Arame de freio            |  | 13          | 3           | 3                  | 13                | 3                 | 6                 | 1                  | 6                 | 4                |                   | 52    |
| Arruela                   |  | 6           | 1           | 5                  | 15                | 2                 | 10                | 4                  | 14                | 4                | 18                | 79    |
| Borracha (pedaço)         |  |             |             | 2                  |                   |                   |                   |                    |                   | 3                |                   | 5     |
| Cabo emborrachado         |  |             | 1           |                    | 2                 |                   | 1                 |                    | 1                 |                  |                   | 5     |
| Clipe de escritório       |  |             |             |                    | 1                 |                   |                   |                    |                   | 1                |                   | 2     |
| Contrapino                |  |             |             |                    | 18                | 1                 | 8                 |                    | 12                | 1                | 10                | 50    |
| Concreto/detritos         |  | 24          | 1           | 20                 |                   | 13                |                   | 14                 |                   | 20               |                   | 0     |
| Esfera                    |  |             | 1           |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                  | 1                 | 2     |
| Estático de aeronave      |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                  |                   | 0     |
| Etiqueta metálica         |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                  |                   | 0     |
| Grampo de escritório      |  |             | 1           |                    |                   |                   |                   |                    | 2                 |                  | 7                 | 10    |
| Grampo manutenção         |  | 1           |             | 3                  |                   |                   | 5                 |                    | 2                 |                  |                   | 11    |
| lacre (plástico)          |  | 1           |             | 2                  |                   |                   | 1                 | 1                  |                   |                  |                   | 5     |
| Lâmina                    |  |             |             |                    | 1                 |                   | 1                 |                    | 2                 |                  | 5                 | 9     |
| Limalha                   |  | 3           |             |                    | 3                 |                   |                   |                    | 1                 |                  |                   | 7     |
| Luva de borracha          |  |             |             | 2                  |                   |                   |                   |                    |                   |                  |                   | 2     |
| Metal (pedaço)            |  |             | 2           |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                  |                   | 2     |
| Mola de traquéia          |  |             |             |                    | 1                 |                   |                   |                    |                   |                  |                   | 1     |
| Outros metais             |  | 7           |             |                    | 10                | 3                 | 3                 |                    | 8                 |                  | 10                | 41    |
| Papel                     |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                  |                   | 0     |
| Parafuso                  |  | 3           | 4           |                    | 3                 | 2                 | 4                 | 2                  | 4                 | 1                | 4                 | 27    |
| Pincel                    |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                  |                   | 0     |
| Plástico (pedaço)         |  | 2           |             | 5                  |                   |                   |                   |                    |                   | 1                |                   | 8     |
| Porca                     |  | 1           |             |                    | 2                 |                   |                   |                    | 2                 |                  | 3                 | 8     |
| Rebite                    |  | 2           |             |                    | 1                 |                   |                   | 5                  |                   |                  |                   | 8     |
| Tecido                    |  |             |             | 2                  |                   |                   |                   |                    |                   |                  |                   | 2     |
| Vegetal/madeira (pedaços) |  |             |             | 7                  |                   | 3                 |                   |                    |                   |                  |                   | 0     |
| Dzus                      |  |             |             |                    |                   |                   |                   | 1                  |                   |                  |                   | 1     |
| Peso (Kg)                 |  | 0,047       | 0,043       | 0,021              | 0,043             | 0,020             | 0,050             | 0,030              | 0,053             | 0,087            | 0,065             | 0,459 |
| Quantidade de FOD         |  | 65          | 14          | 58                 | 70                | 27                | 39                | 29                 | 54                | 37               | 58                | 451   |

| SETEMBRO                  |  | 01/09/2024  |             | 02/09/2024         | 06/09/2024        | 09/09/2024        | 13/09/2024        | 16/09/2024         | 20/09/2024        | 23/09/2024         | 27/09/2024        | 30/09/2024       | TTL   |
|---------------------------|--|-------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------|
| Itens                     |  | FOD Externo | FOD Interno | Primeira Caminhada | Coletor magnético | Segunda Caminhada | Coletor magnético | Terceira Caminhada | Coletor magnético | Terceira Caminhada | Coletor magnético | Quarta Caminhada |       |
| Anel/Abraçadeira          |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    | 3                 |                  | 3     |
| Alumínio (pedaço)         |  | 2           | 1           | 1                  |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 4     |
| Arame de freio            |  | 105         | 7           | 5                  | 6                 | 1                 | 3                 | 10                 | 5                 | 9                  |                   |                  | 151   |
| Arruela                   |  | 12          | 1           | 4                  | 16                |                   | 6                 | 3                  | 11                | 3                  | 8                 |                  | 64    |
| Borracha (pedaço)         |  | 1           |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   | 2                  |                   |                  | 3     |
| Cabo emborrachado         |  | 1           |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    | 1                 |                  | 2     |
| Clipe de escritório       |  |             | 1           |                    | 2                 |                   | 4                 |                    |                   |                    |                   |                  | 7     |
| Contrapino                |  | 4           |             | 1                  | 10                | 2                 | 7                 |                    | 8                 | 1                  | 14                |                  | 47    |
| Concreto/detritos         |  | 24          | 7           | 23                 |                   | 14                |                   | 22                 |                   | 14                 |                   | 11               | 0     |
| Esfera                    |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 0     |
| Estático de aeronave      |  | 1           |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 1     |
| Etiqueta metálica         |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 0     |
| Grampo de escritório      |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    | 3                 |                  | 3     |
| Grampo manutenção         |  | 7           | 3           |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    | 6                 |                  | 16    |
| lacre (plástico)          |  | 2           |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 2     |
| Lâmina                    |  | 1           |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 1     |
| Limalha                   |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 0     |
| Luva de borracha          |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 0     |
| Metal (pedaço)            |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 0     |
| Mola de traquéia          |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 0     |
| Outros metais             |  | 4           |             |                    |                   | 2                 | 3                 |                    | 1                 |                    |                   | 5                | 15    |
| Papel                     |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   | 2                  |                   |                  | 2     |
| Parafuso                  |  | 10          | 26          | 2                  | 3                 |                   | 5                 |                    | 4                 |                    | 2                 |                  | 52    |
| Pincel                    |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 0     |
| Plástico (pedaço)         |  | 2           |             | 7                  |                   | 2                 |                   | 1                  |                   | 5                  | 1                 |                  | 18    |
| Porca                     |  | 2           |             |                    |                   |                   | 1                 |                    |                   | 1                  |                   | 2                | 6     |
| Rebite                    |  | 1           | 1           |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 2     |
| Tecido                    |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 0     |
| Vegetal/madeira (pedaços) |  |             |             | 4                  |                   | 5                 |                   | 6                  |                   |                    |                   |                  | 0     |
| Dzus                      |  |             |             |                    |                   |                   |                   |                    |                   |                    |                   |                  | 0     |
| Peso (Kg)                 |  | 0,128       | 0,024       | 0,114              | 0,020             | 0,014             | 0,046             | 0,013              | 0,033             | 0,013              | 0,023             | 0,037            | 0,465 |
| Quantidade de FOD         |  | 179         | 47          | 47                 | 37                | 26                | 29                | 42                 | 29                | 37                 | 38                | 18               | 529   |

| OUTUBRO                   |  | 01/10/2024 | 04/10/2024 | 07/10/2024 | 11/10/2024 | 14/10/2024 | 21/10/2024 | 21/10/2024 | 28/10/2024 | 28/10/2024 |           |       |
|---------------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------|
|                           |  | FOD        | FOD        | Coletor    | Primeira   | Coletor    | Segunda    | Coletor    | Terceira   | Coletor    | Quarta    |       |
| Itens                     |  | Externo    | Interno    | magnético  | Caminhada  | magnético  | Caminhada  | magnético  | Caminhada  | magnético  | Caminhada | TTL   |
| Anel/Abraçadeira          |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Alumínio (pedaço)         |  |            |            | 2          |            |            |            |            |            |            | 1         | 3     |
| Arame de freio            |  | 15         | 2          | 3          | 1          | 2          | 10         | 3          |            | 5          | 1         | 42    |
| Arruela                   |  | 3          |            | 4          |            | 13         | 9          | 8          |            | 4          |           | 41    |
| Borracha (pedaço)         |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Cabo emborrachado         |  |            |            | 1          |            |            |            |            |            |            |           | 1     |
| Clipe de escritório       |  |            |            |            |            |            | 1          |            |            | 2          |           | 3     |
| Contrapino                |  |            |            | 1          |            | 5          |            |            |            | 10         |           | 16    |
| Concreto/detritos         |  |            | 6          |            | 5          |            | 18         |            | 4          |            | 10        | 0     |
| Esfera                    |  |            |            |            |            | 1          | 1          |            |            |            |           | 2     |
| Estático de aeronave      |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Etiqueta metálica         |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Grampo de escritório      |  |            |            |            |            | 4          |            |            |            | 13         |           | 17    |
| Grampo manutenção         |  |            | 1          | 1          |            | 3          |            | 1          | 1          | 3          |           | 10    |
| lacre (plástico)          |  |            | 1          |            |            |            | 2          |            |            |            |           | 3     |
| Lâmina                    |  |            |            |            |            |            |            | 1          |            |            |           | 1     |
| Limalha                   |  |            |            |            |            | 3          |            |            |            |            |           | 3     |
| Luva de borracha          |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Metal (pedaço)            |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Mola de traquéia          |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Outros metais             |  | 2          | 2          | 3          | 2          | 1          |            | 1          | 2          | 7          | 1         | 21    |
| Papel                     |  |            |            |            |            |            | 5          |            |            |            |           | 5     |
| Parafuso                  |  | 7          | 2          | 7          | 1          | 6          | 1          | 8          |            | 1          | 1         | 34    |
| Pincel                    |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Plástico (pedaço)         |  |            |            |            |            |            |            |            | 2          |            | 1         | 3     |
| Porca                     |  |            |            | 1          |            | 2          |            | 5          |            | 2          |           | 10    |
| Rebite                    |  | 6          |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 6     |
| Tecido                    |  |            |            |            | 3          |            |            |            |            |            |           | 3     |
| Vegetal/madeira (pedaços) |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            | 1         | 0     |
| Dzus                      |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Peso (Kg)                 |  | 0,021      | 0,033      | 0,036      | 0,008      | 0,045      | 0,013      | 0,085      | 0,002      | 0,071      | 0,001     | 0,314 |
| Quantidade de FOD         |  | 33         | 14         | 23         | 12         | 40         | 47         | 27         | 9          | 47         | 16        | 268   |

| NOVEMBRO                  |  | 01/11/2024 | 06/11/2024 | 04/11/2024 | 11/10/2024 | 11/11/2024 | 14/11/2024 | 18/11/2024 | 22/11/2024 | 25/11/2024 |           |       |
|---------------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------|
|                           |  | FOD        | FOD        | Coletor    | Primeira   | Coletor    | Segunda    | Coletor    | Terceira   | Coletor    | Terceira  |       |
| Itens                     |  | Externo    | Interno    | magnético  | Caminhada  | magnético  | Caminhada  | magnético  | Caminhada  | magnético  | Caminhada | TTL   |
| Anel/Abraçadeira          |  |            |            | 1          |            | 1          |            |            |            | 1          |           | 3     |
| Alumínio (pedaço)         |  | 1          |            |            |            |            |            |            | 1          |            | 1         | 3     |
| Arame de freio            |  | 2          | 1          | 1          |            |            |            |            | 4          |            |           | 8     |
| Arruela                   |  | 1          | 1          | 7          |            | 13         |            | 4          |            | 4          |           | 30    |
| Borracha (pedaço)         |  |            |            |            | 2          |            |            |            | 2          |            |           | 4     |
| Cabo emborrachado         |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Clipe de escritório       |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Contrapino                |  |            |            | 2          |            | 6          |            |            |            | 10         | 1         | 19    |
| Concreto/detritos         |  | 6          | 1          |            | 28         |            | 30         |            | 49         |            | 0         | 0     |
| Esfera                    |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Estático de aeronave      |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Etiqueta metálica         |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Grampo de escritório      |  |            |            | 2          |            | 4          |            | 3          |            | 3          |           | 12    |
| Grampo manutenção         |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| lacre (plástico)          |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Lâmina                    |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Limalha                   |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Luva de borracha          |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Metal (pedaço)            |  |            |            |            | 1          |            | 1          |            | 2          |            |           | 4     |
| Mola de traquéia          |  |            |            |            |            |            |            | 4          |            | 5          |           | 9     |
| Outros metais             |  |            | 1          | 5          | 4          | 3          |            |            |            | 4          |           | 17    |
| Papel                     |  |            |            |            | 2          |            |            |            |            |            |           | 2     |
| Parafuso                  |  | 1          |            | 7          |            | 14         | 1          | 6          |            | 10         |           | 39    |
| Pincel                    |  |            | 1          |            |            |            |            |            |            |            |           | 1     |
| Plástico (pedaço)         |  |            |            |            |            |            | 1          |            |            |            |           | 1     |
| Porca                     |  |            |            | 3          |            | 3          |            | 4          |            |            |           | 10    |
| Rebite                    |  |            |            |            |            |            |            |            | 1          |            |           | 1     |
| Tecido                    |  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           | 0     |
| Vegetal/madeira (pedaços) |  |            |            |            | 3          |            | 6          |            |            |            | 0         | 0     |
| Dzus                      |  |            |            |            |            | 1          |            |            |            |            |           | 1     |
| Peso (Kg)                 |  | 0,015      | 0,034      | 0,049      | 0,022      | 0,090      | 0,006      | 0,033      | 0,008      | 0,024      | 0,002     | 0,283 |
| Quantidade de FOD         |  | 11         | 5          | 28         | 40         | 45         | 39         | 21         | 59         | 37         | 2         | 287   |

| DEZEMBRO                  | 02/12/2024 |         | 02/12/2024 | 06/12/2024 | 09/12/2024 | 13/12/2024 | 16/12/2024 | 20/12/2024 |       |
|---------------------------|------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
|                           | FOD        | FOD     | Primeira   | Coletor    | Primeira   | Coletor    | Segunda    | Coletor    |       |
| Itens                     | Externo    | Interno | Caminhada  | magnético  | Caminhada  | magnético  | Caminhada  | magnético  | TTL   |
| Anel/Abraçadeira          |            |         |            |            |            |            |            |            | 0     |
| Alumínio (pedaço)         |            | 1       |            |            |            |            |            |            | 1     |
| Arame de freio            | 2          | 8       | 2          | 1          | 2          | 6          |            |            | 21    |
| Arruela                   |            | 1       |            | 12         | 3          | 8          |            | 7          | 31    |
| Borracha (pedaço)         |            |         |            |            |            |            | 1          |            | 1     |
| Cabo emborrachado         |            |         |            |            |            |            | 1          |            | 1     |
| Clipe de escritório       |            |         |            |            |            |            |            |            | 0     |
| Contrapino                |            |         |            | 14         | 1          | 3          | 1          | 2          | 21    |
| Concreto/detritos         |            |         | 7          |            | 12         |            | 13         |            | 0     |
| Esfera                    |            |         |            | 1          |            |            |            |            | 1     |
| Estático de aeronave      |            |         |            |            |            |            |            |            | 0     |
| Etiqueta metálica         |            |         |            |            |            |            |            |            | 0     |
| Grampo de escritório      |            |         |            | 6          |            | 3          |            |            | 9     |
| Grampo manutenção         |            |         |            | 2          |            | 1          | 2          |            | 5     |
| lacre (plástico)          |            |         |            |            |            |            | 2          |            | 2     |
| Lâmina                    | 1          |         |            |            |            |            |            |            | 1     |
| Limalha                   |            |         |            |            |            |            |            |            | 0     |
| Luva de borracha          |            |         |            |            |            |            |            |            | 0     |
| Metal (pedaço)            |            |         |            |            |            |            |            |            | 0     |
| Mola de traquéia          |            |         |            |            |            |            |            |            | 0     |
| Outros metais             | 2          |         | 1          |            |            | 2          |            | 1          | 6     |
| Papel                     |            |         |            |            | 4          |            |            |            | 4     |
| Parafuso                  |            | 2       | 3          | 9          | 1          | 6          |            | 5          | 26    |
| Pincel                    |            |         |            |            |            |            |            |            | 0     |
| Plástico (pedaço)         | 2          | 1       | 2          |            | 4          |            |            |            | 9     |
| Porca                     | 2          |         |            | 1          |            | 2          |            | 10         | 15    |
| Rebite                    |            |         | 2          |            |            |            |            |            | 2     |
| Tecido                    |            |         | 1          |            |            |            |            |            | 1     |
| Vegetal/madeira (pedaços) |            |         |            |            | 2          |            |            |            | 2     |
| Dzus                      |            |         |            |            |            | 2          |            | 1          | 1     |
| Peso (Kg)                 | 0,002      | 0,002   | 0,016      | 0,027      | 0,016      | 0,042      | 0,008      | 0,070      | 0,183 |
| Quantidade de FOD         | 9          | 13      | 18         | 46         | 29         | 33         | 20         | 26         | 194   |

## ANEXO A - AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS DA AEROBAT



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS MECÂNICAS – Pós-ECM

### SOLICITAÇÃO

Requerente: Francis Ferronato (UFSC)

Matrícula Pós-ECM: 202202653

Orientador: Dr. Pedro Paulo de Andrade Júnior (UFSC)

Coorientador: Dr. Alexandre Mikowski (UFSC)

Referência: Autorização do Gestor de Segurança Operacional (GSO) da Organização de Manutenção (OM), Aerobat Manutenção de Aeronaves, Centro de Instrução de Aviação Civil (CIAC) PLA para disponibilização e autorização de uso de dados, registros, documentos e outros para fins acadêmicos/publicação.

### JUSTIFICATIVA

Solicitação de autorização de uso de dados para estudo de caso, com fins acadêmicos/publicação, relacionado com Manutenção Aeronáutica e Safety. Dados cedidos pela PLA (CIAC): relatório de reportes contendo inputs, acompanhamento, tendência e matriz de risco e outros dados de Safety. Dados cedidos pela OM: Índice de Retrabalho, Plano de gerenciamento do SGSO, MGSO, Atas de reuniões da GASO e dos colaboradores da empresa, atas de reuniões mensais, formulários de análises de risco, relatos de reporte, relato de prevenção, análises e bases de perigos, formulários de classificação geral das mudanças, formulários gerais para gerenciamento de mudanças, dados das classificações de probabilidade e severidade de riscos, plano de resposta a emergência, controle de OS, dados de CTM, entre outros dados relacionados à Organização de Manutenção e ao Safety.

Joinville, 25 de junho de 2024



Documento assinado digitalmente

FRANCIS FERRONATO

Data: 11/07/2024 15:24:56-0300

CPF: \*\*\*.929.560-\*\*

Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

**Requerente Francis Ferronato**

AEROBAT MANUTENCAO  
DE AERONAVES  
LTDA:31318606000101

Assinado de forma digital por  
AEROBAT MANUTENCAO DE  
AERONAVES

LTDA:31318606000101

Dados: 2024.07.10 10:30:01 -03'00'

**Gestor de Segurança Operacional – Aerobat Manutenção de Aeronaves  
COM nº 1910-61/ANAC**

## ANEXO B - AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS DA BRASIL AVIATION



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIAS MECÂNICAS – Pós-ECM

### SOLICITAÇÃO

Requerente: Francis Ferronato (UFSC)

Matrícula Pós-ECM: 202202653

Orientador: Dr. Pedro Paulo de Andrade Júnior (UFSC)

Coorientador: Dr. Alexandre Mikowski (UFSC)

Referência: Autorização do Gestor de Segurança Operacional (GSO) da Brasil Aviation, Organização de Manutenção (OM) de Aeronaves, COM n° 198103-01/ANAC, para disponibilização e autorização de uso de dados, registros, documentos e outros para fins acadêmicos/publicação.

### JUSTIFICATIVA

Solicitação de autorização de uso de dados para estudo de caso, para fins acadêmicos/publicação, relacionado com a Organização de Manutenção Aeronáutica e Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO). Foram cedidos dados, registros, documentos e outros pela Organização de Manutenção, registros de relatos de cenários de riscos presenciados, relatos de identificação de perigo, análises de risco, briefings e slides de apresentações, comprovantes de recebimento de manifestação, planilha de movimentos, Ofícios, prints de dados, entre outros, documentos e registros relacionados à manutenção e ao SGSO na Organização.

Joinville, 25 de junho de 2024



Documento assinado digitalmente  
**FRANCIS FERRONATO**  
Data: 25/06/2024 17:38:14-0300  
CPF: \*\*\*.929.560-\*\*  
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

**Requerente Francis Ferronato**



Documento assinado digitalmente  
**JEFERSON BOHRER**  
Data: 28/06/2024 15:37:56-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Gestor de Segurança Operacional – BRASILAVIATION**  
**COM n° 198103-01/ANAC**

## ANEXO C - CERTIFICADO DE AGRADECIMENTO DA BRASIL AVIATION

### CERTIFICADO DE AGRADECIMENTO

Modalidade CONVIDADO PARA O BRIEFING DE SEGURANÇA OPERACIONAL

Declaro, para os devidos fins, que

**PROFESSOR FRANCIS FERRONATO**  
(PALESTRANTE CONVIDADO)

A Organização de Manutenção e Táxi Aéreo BRASIL AVIATION, vem por meio deste certificado agradecer a participação no BRIEFING MENSAL DE SEGURANÇA OPERACIONAL como PALESTRANTE CONVIDADO Professor Francis Ferronato, com carga horária de 03hrs, realizado nas dependências da empresa no dia 28/06/2024.

**BRASIL AVIATION** Data:  
Goiânia-GO, 28 JUNHO, 2024

### CERTIFICADO DE AGRADECIMENTO

Conteúdo Programático

| Conteúdo                                   | Carga Horária |
|--------------------------------------------|---------------|
| A História do SAFETY                       | 20min         |
| Frota/O.M no Brasil/Acidentes/Tipos de Oc. | 30min         |
| Introdução dos Fatores Humanos             | 30min         |
| Modelos SHELL e REASON                     | 30min         |
| RBAC 145 - SGSO                            | 30min         |
| Teoria do Iceberg                          | 20min         |
| Ferramentas para Controle de Risco         | 20min         |

Avaliação

|           |     |
|-----------|-----|
| AVALIAÇÃO | N/A |
|           | N/A |

*Francis Ferronato*  
Professor Francis Ferronato  
PALESTRANTE

*Jefferson Bohrer*  
Gestor de Segurança Operacional