

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

LARA GABRIELA SOUSA LIMA

PAULO CÉSAR RODRIGUES SOUZA SILVA

ANÁLISE ESTATÍSTICA DE BOLETINS DE SERVIÇO DE AERONAVES AGRÍCOLAS: ESTUDO DE CASO SOBRE O EMBRAER SÉRIE 200.

Uma análise das documentações técnicas de manutenção preventiva aplicadas às aeronaves de pulverização.

UBERLÂNDIA

2023

LARA GABRIELA SOUSA LIMA
PAULO CÉSAR RODRIGUES SOUZA SILVA

ANÁLISE ESTATÍSTICA DE BOLETINS DE SERVIÇO DE AERONAVES AGRÍCOLAS: ESTUDO DE CASO SOBRE O EMBRAER SÉRIE 200.

Uma análise das documentações técnicas de manutenção preventiva aplicadas às aeronaves de pulverização.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC) da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Aeronáutica.

Área de concentração: Manutenção de Aeronaves.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Lourenço de Souza

Coorientador: Prof. Giuliano Gardolinski Venson

UBERLÂNDIA

2023

LARA GABRIELA SOUSA LIMA
PAULO CÉSAR RODRIGUES SOUZA SILVA

ANÁLISE ESTATÍSTICA DE BOLETINS DE SERVIÇO DE AERONAVES AGRÍCOLAS: ESTUDO DE CASO SOBRE O EMBRAER SÉRIE 200.

Uma análise das documentações técnicas de manutenção preventiva aplicadas às aeronaves de pulverização.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC) da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Aeronáutica.

Área de concentração: Manutenção de Aeronaves.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Lourenço de Souza

Coorientador: Prof. Giuliano Gardolinski Venson

Uberlândia, 24 de novembro de 2023

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Fernando Lourenço de Souza

Prof. Dr. Giuliano Gardolinski Venson

Prof. Dr. Márcio Peres de Souza

Dedicamos este trabalho aos nossos pais, por terem nos dado todo o apoio e incentivo durante nossa jornada acadêmica. A eles, nossa gratidão e amor eterno.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor e amigo Dr. Fernando Lourenço de Souza pelo incentivo, motivação e orientação nesta caminhada acadêmica, bem como em nos acolher como seus orientandos no desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Agradecemos nossos familiares, em especial nossos pais, Marlon Aparecido da Silva e Saulo de Sousa Lima, e mães, Leila Aparecida de Souza Silva e Claudia do Nascimento por todo o apoio nos oferecido durante a jornada acadêmica, mesmo diante das dificuldades e desafios que representam manter seus filhos durante a vida acadêmica. Gratidão por cada renúncia e sacrifício para que pudéssemos concretizar a realização do nosso sonho.

Aos colegas de curso e amigos, em especial Baltazar Alic, Jesse Amaral Pinto, Kaoander, Arthur, Ana e Igor por serem nosso alicerce na jornada até aqui, por cada dificuldade durante a graduação, cada ombro amigo e principalmente, pela parceria, que levaremos para toda nossa vida.

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida durante os anos do curso.

Agradecemos também, ao coordenador de graduação e coorientador deste trabalho Prof. Dr. Giuliano Gardolinski Venson, pela orientação, auxílio dos trâmites legais da graduação e principalmente por compartilhar sua paixão pela aviação.

Desejamos expressar nosso agradecimento ao Sr. Mateus Di Lello Dallacqua, Coordenador da Área Comercial do Programa Ipanema, da EMBRAER, pela importante colaboração ao fornecer as documentações necessárias para o desenvolvimento deste estudo. Sua cooperação desde o início do projeto foi fundamental para o progresso desta pesquisa, possibilitando análises abrangentes e enriquecedoras para o trabalho.

EPÍGRAFE

"Em algumas áreas, a aviação é agora uma parte vital da vida agrícola. Aviões são usados para transportar sementes, pulverizar culturas e combater pragas. Eles economizam tempo e trabalho e aumentam os rendimentos. O avião é apenas um começo para o que deve vir. Será um dos maiores fatores no desenvolvimento do comércio e da agricultura."

Charles Lindbergh, "The Spirit of St. Louis" (1953)

RESUMO

O presente estudo propôs uma análise estatística abrangente dos Boletins de Serviço das aeronaves agrícolas da EMBRAER da Série 200, conhecidas como Ipanema. Adotando uma abordagem analítica, a pesquisa utilizou métodos bibliográficos e documentais, fundamentados em artigos, documentos técnicos, regulamentos de aviação e reportagens, com uma perspectiva qualitativa e quantitativa. Os resultados destacam a estreita relação entre o número de Boletins de Serviço e o tamanho da frota, sendo mais influenciado pelo histórico geral da série do que pelas características individuais de cada modelo. Constatou-se que, à medida que a frota global da Série 200 expande, a ocorrência de eventos em campo aumenta, impulsionando melhorias contínuas no projeto. Através de diversas análises realizadas referente aos sistemas mais afetados por Boletins de Serviço destas aeronaves, cumprimentos e mão-de-obra necessárias para cumprimento desta classe de publicações técnicas, foi possível perceber que as aeronaves agrícolas dessa série passam por períodos iniciais de melhoria contínua, sendo esta fase a de maior incidência de emissão de boletins, e posteriormente atingem uma fase de estabilidade, característica esta ocasionada pelas limitações do projeto original, bem como pelo aprimoramento da aeronave frente aos problemas já conhecidos. A Série 200 “Ipanema” teve maior incidência de aprimoramento nos sistemas de combustível, grupo motopropulsor e asas, impulsionado pela necessidade de economia de combustível, maior possibilidade de carga de defensivos agrícolas e melhor desempenho em voo. Foi constatado que a maturidade do projeto ocorreu por volta de 5 anos, período fixo de análise onde ocorreu o ápice de modificações de projeto em cada modelo, até atingir a fase de estabilização. Esse processo de melhoria contínua foi fundamental para a consolidação da Série 200 como uma referência duradoura na aviação agrícola.

Palavras-chave: Ipanema, Aviação Agrícola, Boletins de Serviço, Melhoria Contínua, Série 200, Embraer.

ABSTRACT

The present study proposed a comprehensive statistical analysis of the Service Bulletins of the EMBRAER agricultural aircraft of the Series 200, known as Ipanema. Adopting an analytical approach, the research utilized bibliographic and documentary methods, based on articles, technical documents, aviation regulations, and reports, with both qualitative and quantitative perspectives. The results highlight the close relationship between the number of Service Bulletins and the size of the fleet, being more influenced by the overall history of the series than by the individual characteristics of each model. It was found that as the global fleet of the Series 200 expands, the occurrence of field events increases, driving continuous improvements in design. Through various analyses regarding the systems most affected by Service Bulletins of these aircraft, compliance requirements, and labor needed to fulfill this class of technical publications, it was possible to perceive that agricultural aircraft of this series undergo initial periods of continuous improvement, with this phase experiencing the highest incidence of bulletin issuance, and subsequently reach a phase of stability, a characteristic caused by the limitations of the original design, as well as the enhancement of the aircraft in response to already known issues. The Series 200 "Ipanema" had a higher incidence of improvement in fuel systems, powerplant group, and wings, driven by the need for fuel economy, greater capacity for agricultural pesticide loading, and better flight performance. It was found that the maturity of the project occurred around 5 years, a fixed period of analysis where the peak of design modifications occurred in each model, until reaching the stabilization phase. This process of continuous improvement was essential for the consolidation of the Series 200 as a lasting reference in agricultural aviation.

Keywords: Ipanema, Agricultural Aviation, Service Bulletins, Continuous Improvement, Series 200, Embraer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Primeiro voo agrícola no Brasil	16
Figura 2 – Aeronave da Série 200.....	19
Figura 3 – Evolução do Ipanema.....	22
Figura 4 – Diretriz de Aeronavegabilidade	28
Figura 5 – Sistema iSpec 2200	36
Figura 6 – Página de compra da Coleção BI-BS 200.....	38
Figura 7 – Seção de aplicação no modelo atual.....	39
Figura 8– Seção de cumprimento no modelo atual	40
Figura 9 – Seção de cumprimento no modelo NEIVA	40
Figura 10 – Cumprimento exibido no cabeçalho	40
Figura 11 – Seção de mão-de-obra.....	41
Figura 12 – Formato da numeração do boletim.....	41
Figura 13 – Rodapé do Boletim de Serviço	42
Figura 14 – Divisão de seção da Coleção	42
Figura 15 – Sequência de revisões	43
Figura 16 – Informações de revisão do rodapé	43
Figura 17 – Numeração exclusiva nos boletins de alerta	44
Figura 18 – Cabeçalho do boletim de alerta.....	44
Figura 19 – Efetividade de um boletim	45
Figura 20 – Página de busca de Diretrizes de Aeronavegabilidade por modelo	46
Figura 21 – Lista de diretrizes para modelos selecionados.....	47
Figura 22 – Lista de efetividade da Diretriz de Aeronavegabilidade.....	48
Figura 23 – Menção ao BS na Diretriz de Aeronavegabilidade	48
Figura 24 – Página da Especificação de Tipo EA-7104 do Ipanema	49
Figura 25 – Uso de tabelas dinâmicas baseadas na coleção BI-BS	51
Figura 26 – Número de Boletins por Modelo de Aeronave.....	55
Figura 27 – Pareto de Boletins por assunto	58
Figura 28 – Análise dos capítulos mais significativos.....	59
Figura 29 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-200 por assunto	60
Figura 30 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-200A por assunto	61
Figura 31 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-201 por assunto	62

Figura 32 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-201A por assunto	63
Figura 33 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-202 por assunto	64
Figura 34 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-202A por assunto	65
Figura 35 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-203 por assunto	66
Figura 36 – Boletins por cumprimento em cada modelo	67
Figura 37 – Mão-de-obra por modelo	68
Figura 38 – Mão-de-obra categorizada por cumprimento	69
Figura 39 – Número de BS associados à DA segmentados por assunto	71
Figura 40 – Número de BS quanto a ação da DA segmentados por assunto	72
Figura 41 – Boletins de Serviço de 1970 a 2023.....	74
Figura 42 – Distribuição cronológica de BS de Combustível.....	75
Figura 43 – Distribuição cronológica de BS de Sistema Agrícola.....	76
Figura 44 – Boletins do modelo EMB-200 no Período de Maturidade.....	77
Figura 45 – Boletins do modelo EMB-200A no Período de Maturidade	77
Figura 46 – Boletins do modelo EMB-201 no Período de Maturidade.....	78
Figura 47 – Boletins do modelo EMB-201A no Período de Maturidade	79
Figura 48 – Boletins do modelo EMB-202 no Período de Maturidade.....	80
Figura 49 – Boletins do modelo EMB-202A no Período de Maturidade	80
Figura 50 – Boletins do modelo EMB-203 no Período de Maturidade.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - BS relacionados ao modelo de aeronave	35
Tabela 2 - BS relacionados ao modelo de aeronave	54
Tabela 3 - Aeronaves fabricadas por modelo	55
Tabela 4 - Índice de Impacto da Frota por Modelo	56
Tabela 5 – Número de BS por assunto	57

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AD	<i>Airworthiness Directive</i>
ADF	Diretriz de Aeronavegabilidade de Ação Final
ADR	Diretriz de Aeronavegabilidade de Ação Repetitiva
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ATA	<i>Air Transport Association of America</i>
ATA 100	<i>Air Transport Association Specification 100</i>
A4A	<i>Airlines for America</i>
BI	Boletim de Informação
BS	Boletim de Serviço
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CTA	Centro Tecnológico Aeroespacial
DA	Diretriz de Aeronavegabilidade
EASA	<i>European Union Aviation Safety Agency</i>
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
ISPEC 2200	<i>Information Standards for Aviation Maintenance</i>
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
JASC	<i>Joint Aircraft System/Component</i>
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
SINDAG	Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola
SLL	<i>Safe Life Limit</i>
TLV	Tempo Limite de Vida
TSO	<i>Time Since Overhaul</i>
HH	Fator Homem-Hora
HHa	Disponibilidade Homem-Hora
HHr	Requisito Homem-Hora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA AVIAÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL	15
2.1.1	História do Ipanema	18
2.1.2	Evolução do Ipanema.....	19
2.1.3	Importância da aviação agrícola no Brasil	23
2.2	BOLETINS DE SERVIÇO (BS).....	25
2.2.1	Cumprimento	26
2.3	Diretriz de Aeronavegabilidade (DA)	27
2.3.1	Diretriz de Aeronavegabilidade de Ação Repetitiva.....	29
2.3.2	Diretriz de Aeronavegabilidade de Ação Final	29
2.4	INSPEÇÃO.....	30
2.5	REVISÃO	30
2.6	HOMEM-HORA	31
2.7	PARÂMETROS DE CONTAGEM DE UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS AERONÁUTICOS	31
2.7.1	Time Since Overhaul	32
2.7.2	Tempo Limite de Vida	32
2.8	ATA.....	33
2.8.1	ATA 100.....	33
2.8.2	Joint Aircraft System/Component (JASC)	34
2.8.3	iSpec 2200.....	36
2.9	ANÁLISE DE PARETO.....	37
3	METODOLOGIA	38
3.1	OBTENÇÃO DAS INFORMAÇÕES.....	38
3.1.1	Coleção de Boletins de Serviço da Série 200.....	38
3.1.1.1	Aplicação	39
3.1.1.2	Cumprimento	39
3.1.1.3	Mão-de-obra	41
3.1.1.4	Numeração do Boletim.....	41
3.1.1.5	Datas de publicação e revisão	43
3.1.1.6	Boletim de Serviço Alerta	43
3.1.1.7	Filtragem por Capítulos.....	44
3.1.2	Boletim de Serviço Universal	44
3.1.3	Sistema da Superintendência de Aeronavegabilidade	45

3.1.3.1	Lista de DAs vigentes	45
3.1.3.2	Especificações de Tipo	49
3.2	MONTAGEM DA BASE DE DADOS EM EXCEL.....	50
3.3	GERAÇÃO DE DADOS ESTRATIFICADOS	51
4	ANÁLISE	53
4.1	VISÃO GLOBAL DOS BOLETINS EMITIDOS.....	53
4.2	NÚMERO DE BOLETINS POR MODELO DE AERONAVE.....	54
4.2.1	Índice Ponderado de Impacto da Frota no Número de Boletins por Modelo	55
4.3	INCIDÊNCIA DE BOLETINS POR ASSUNTO.....	56
4.4	BOLETINS ESTRATIFICADOS POR MODELO E ASSUNTO.....	59
4.5	QUANTIDADE DE BOLETINS POR AERONAVE QUANTO AO CUMPRIMENTO... 66	
4.6	AVALIAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA POR MODELO	67
4.6.1	Mão-de-obra total	68
4.6.2	Mão-de-obra categorizada por cumprimento	69
4.7	BOLETINS AFETADOS POR DIRETRIZES DE AERONAVEGABILIDADE	70
4.7.1	Boletins quanto a ação da Diretriz de Aeronavegabilidade.....	72
4.8	VISÃO TEMPORAL DA PUBLICAÇÃO DOS BOLETINS	73
4.8.1	Linha cronológica.....	73
4.8.2	Período de maturidade.....	76
5	CONCLUSÃO	83

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma aeronave possui muitos estágios até que o produto seja definitivamente lançado no mercado, e levam-se anos até a homologação e popularização do produto final. Os longos anos de desenvolvimento, entretanto, podem não ser suficientes para prever todas as situações e com isso falhas de engenharia podem estar incluídas no projeto. Do mesmo modo, o desenvolvimento de um produto por vários anos pode não incluir alguma novidade e o projeto acabar ultrapassado.

Com aeronaves agrícolas o cenário não é diferente. Dessa forma, como medida para contornar os problemas que são reportados durante a ampla utilização pelos proprietários do produto final após o lançamento, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) juntamente com a fabricante destas aeronaves agrícola lançam ao público o que chamamos de Boletins de Serviço.

Os boletins trazem procedimentos de manutenção para solucionar as falhas de engenharia ou até mesmo trazem a aplicação de melhorias para um determinado modelo de aeronave, sendo opcional a não ser que a ANAC determine a execução obrigatória mediante uma Diretriz de Aeronavegabilidade (DA).

Este trabalho terá como objetivo avaliar estatisticamente a coleção completa de boletins de serviço das aeronaves agrícolas da EMBRAER pertencentes à Série 200, comumente conhecidas como Ipanema, as diretrizes de aeronavegabilidade, e as leis aeronáuticas previstas pelos Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil (RBACs) correspondentes, de forma a conduzir uma análise crítica e analítica para determinar a influência dessa documentação no desenvolvimento e evolução dos modelos de aeronaves em estudo, identificando os principais sistemas e subsistemas afetados e serão avaliadas as tendências observadas no processo de melhoria contínua das aeronaves agrícolas ao longo de seu ciclo de vida no mercado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA AVIAÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária a aviação agrícola teve sua estreia em 1911, pelo agente florestal alemão Alfred Zimmermann, o qual utilizou a técnica para proteger florestas de pinheiros na Alemanha (MAPA, 2020). No entanto, apenas em 1921, na localidade de Troy, Estados Unidos, é que essa concepção se materializou por meio de um voo de pesquisa de campo executado em colaboração entre a Aviação do Exército e o Departamento de Agricultura, visando proteger florestas de catalpa contra larvas de mariposas (SINDAG, 2021).

É relevante salientar que, embora a Argentina, nação vizinha, tenha adotado a utilização de aeronaves para fins agrícolas a partir de 1926, e o Uruguai tenha instituído uma brigada aérea em 1946, a implementação da aviação agrícola no Brasil ocorreu somente em 1947. Nesse ano, o país se deparou com uma das mais severas pragas já registradas, uma imensa nuvem de gafanhotos em Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul, a qual atravessou a fronteira da Argentina e acompanhou o traçado de toda a fronteira gaúcha até atingir o território uruguaio (JÚNIOR, 2022).

Segundo Mhereb e Norder (2018), após o desfecho da Segunda Guerra Mundial, a aviação agrícola emergiu como um setor de crescente relevância, resultando no planejamento e construção de aeronaves especialmente concebidas para esse propósito. Inicialmente, aviões de guerra que eram adaptados para o uso na agricultura foram substituídos por aeronaves de uso específico, equipadas com técnicas modernas e altamente eficazes para a pulverização de defensivos agrícolas.

Nesse contexto, tanto a aviação quanto a tecnologia aeroespacial ocupavam uma posição proeminente, tanto globalmente quanto no Brasil. O contexto pós-Segunda Guerra evidenciou o papel crucial da aviação na segurança nacional, catalisando o avanço tecnológico nesse domínio. Ademais, surgiu um interesse substancial em ampliar a indústria aeroespacial como um impulso ao desenvolvimento econômico e à preservação da soberania nacional.

No âmbito da indústria aeroespacial, foram adotadas medidas práticas que envolveram políticas de protecionismo econômico, investimento estatal e assistência tecnológica a empresas privadas por meio do Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA), criado em 1946, em São José dos Campos. O governo brasileiro também identificou

importância estratégica da criação de uma instituição de ensino voltada para a engenharia aeronáutica, culminando, no mesmo ano, na fundação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) (GOMES, 2012).

Naquela conjuntura histórica, diversos avanços científicos e tecnológicos estavam ocorrendo globalmente, sobretudo nos Estados Unidos e na Europa, os quais desempenharam um papel crucial como fonte de referência e inspiração para o Brasil. Nesse contexto, o país estava empenhado em adquirir conhecimento, habilidades e infraestrutura a fim de impulsionar o desenvolvimento de sua própria indústria aeroespacial, o que englobava desde a produção de aeronaves até a exploração de tecnologias correlatas e a formação de uma mão de obra altamente qualificada.

Segundo Júnior (2022), em 19 de agosto de 1947, o Brasil marcou um marco significativo ao realizar seu primeiro voo de pulverização utilizando uma aeronave de fabricação nacional, o biplano Muniz M-9, que ostentava o prefixo PP-GAP. Equipado com um motor Havilland Gipsy Six de 200 hp, esse voo teve como objetivo primordial a proteção das lavouras e a eliminação dos insetos prejudiciais.

Figura 1 – Primeiro voo agrícola no Brasil



FONTE: Canal Rural (2022).

A execução dessa operação foi meticulosamente planejada por Leôncio Fontelles, engenheiro agrônomo que ocupava a posição de chefe no Posto de Defesa Agrícola do Ministério da Agricultura em Pelotas, e pelo Comandante Clóvis Goulart Candiota. Ambos desempenharam papéis ativos nessa ação pioneira, embarcando na aeronave em questão. Através de uma adaptação engenhosa na polvilhadeira, eles realizaram a aplicação precisa de um pó inseticida conhecido como BHC sobre os insetos, alcançando êxito na significativa redução das densas nuvens de gafanhotos (SINDAG, 2015).

Em uma homenagem ao desfecho bem-sucedido desse acontecimento histórico, o dia 19 de agosto foi oficialmente estabelecido como o "Dia Nacional da Aviação Agrícola" e Clóvis Candiota recebeu a distinção honorária de "Patrono da Aviação Agrícola" pelo Decreto-Lei 97.699.

“Art. 1º É instituído o Dia Nacional da Aviação Agrícola, a ser comemorado em todo o Território Nacional em 19 de agosto, data do primeiro voo agrícola no País, realizado no ano de 1947 na Cidade de Pelotas, no Estado do Rio Grande do Sul, pelo piloto civil Clovis Candiota.

Art. 2º É considerado patrono da Aviação Agrícola Brasileira o piloto civil Clovis Candiota” (1989, p.1)

Movidos pela confiança no potencial inovador da iniciativa, Clóvis Goulart Candiota e Leôncio Fontelles solidificaram sua colaboração ao se tornarem sócios na fundação da pioneira Serviço Aéreo Nacional de Defesa Agrícola - Sanda. Esta foi a primeira empresa aero agrícola estabelecida no território brasileiro. A Sanda desempenhou um papel crucial ao oferecer serviços de combate eficaz a gafanhotos e outras pragas tanto para o governo estadual do Rio Grande do Sul quanto para os produtores rurais. No entanto, sua existência se estendeu somente até o final da década de 1950 (SINDAG, 2022).

De acordo com o SINDAG (2022), durante o transcorrer dos anos 1960, uma pluralidade de empresas voltadas para a aviação agrícola emergiu, culminando na promulgação de uma legislação específica no final da década que regulamentou essa atividade. Esse marco histórico também testemunhou o surgimento de cursos destinados à formação de pilotos agrícolas, engenheiros e técnicos agrícolas especializados na área, impulsionando uma organização mais eficiente do setor.

No Brasil, o reconhecimento oficial da aviação agrícola ocorreu em 1969 por meio do Decreto Lei nº. 917. No entanto, O regulamento da aviação agrícola foi estabelecido no Brasil por meio do Decreto nº. 86.765, promulgado em 10 de janeiro de 1981 pelo então presidente da República. Esse decreto conferiu ao Ministério da Agricultura a atribuição de propor políticas para o emprego da aviação agrícola, abrangendo diversas atividades como aplicação de defensivos, fertilização, semeadura e combate a incêndios (BRASIL, 1981).

Buscando reduzir a dependência de importações e promover o desenvolvimento tecnológico interno, a parceria entre técnicos do setor público e militares desempenhou um papel fundamental na criação de empresas estatais, resultando na fundação da Embraer, em 1969, assumindo missões que antes eram direcionadas ao CTA (GOLDSTEIN, 2022).

Com o desenvolvimento da capacidade de execução de projetos, surgiram na década de 60 outras empresas além da Embraer, como a Avibrás, Aerotec e Sociedade Neiva. Vale ressaltar que a Sociedade Neiva foi posteriormente incorporada pela Embraer, resultado do trabalho conjunto das equipes formadas dentro do CTA. (OLIVEIRA, 1969).

2.1.1 História do Ipanema

Após o decreto de 1969 e com necessidades específicas, o Brasil, que já havia fabricado uma aeronave agrícola, o SP-18 “Onça”, sentiu a necessidade de novos modelos que atendessem as demandas do novo cenário. Dessa forma, o CTA (Centro Técnico de Aeronáutica) estabeleceu negociações com o Ministério da Agricultura, que concordou em prover financiamento para o desenvolvimento da nova aeronave, dando início aos estudos no anteprojeto.

Assim, o Ipanema foi desenvolvido no CTA (Centro Técnico Aeroespacial) em São José dos Campos por engenheiros do Instituto Tecnológico de Aeronáutica e posteriormente transferido para a EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A, criada no dia 19 de agosto de 1969 e iniciando suas atividades em 2 de janeiro de 1970.

Segundo a Embraer, o modelo foi nomeado em homenagem à Fazenda Ipanema, local onde funcionava um centro de pesquisas agrárias na cidade de Sorocaba em São Paulo, e voou pela primeira vez em 30 de julho de 1970. No início de 1972 a

primeira unidade do Ipanema foi entregue e empregada para pulverizações em lavou-
ras de café em Catanduva, São Paulo.

Figura 2 – Aeronave da Série 200



Fonte: SINDAG (2022)

O sucesso do Ipanema foi além das fronteiras do país, e representou grande parte das vendas da Embraer na década de 1970. A primeira exportação do Ipanema ocorreu em 1975, quando o Ministério da Agricultura do Uruguai adquiriu a aeronave, tornando-se uma das primeiras exportações da Empresa.

Atualmente, o Ipanema ocupa uma posição de destaque na agricultura contemporânea, com mais de 1.500 unidades entregues, a aeronave contempla os mais amplos requisitos de confiabilidade, eficiência e baixo custo operacional. Mesmo após 40 anos de sua criação, o veterano segue sendo símbolo da agricultura brasileira.

Impulsionado por inovações tecnológicas, o Ipanema adquiriu uma versatilidade que hoje é exemplo para a aviação mundial, admitindo aplicações não apenas na pulverização agrícola, mas também na semeadura de culturas, no povoamento de águas, no combate primário a vetores e larvas e na contenção a incêndios florestais.

2.1.2 Evolução do Ipanema

A série EMB-200 da Embraer passou por um notável processo de evolução ao longo dos anos. Inicialmente, o EMB-200, também conhecido como Ipanema, foi introduzido com uma hélice de passo fixo e um motor Lycoming de 260 HP e um Hopper (reservatório de produtos para pulverização) de 550 litros. No entanto, em 1973 a Embraer logo lançou uma versão aprimorada denominada EMB-200A, a qual incorporava uma hélice de passo variável, oferecendo assim uma série de vantagens, incluindo uma taxa de subida mais elevada.

Em 1974, a Embraer introduziu uma nova iteração denominada EMB-201, a qual trouxe consigo diversas modificações e aprimoramentos significativos. O EMB-201 foi equipado com um motor mais potente de 300 HP e Hopper de 680 litros, permitindo transportar uma quantidade maior de insumos agrícolas, como herbicidas e fertilizantes.

Outra modificação significativa foi a implementação de um sistema de injeção direta de combustível, o qual aprimorou a eficiência do consumo de combustível, resultando em uma maior autonomia de voo. Essas melhorias substanciais resultaram em um EMB-201 mais eficiente e versátil em suas operações.

Lançado no mercado em 1977, o EMB-201A incorporou diversas modificações e atualizações em relação ao seu predecessor (ANAC, 2021, EA-7104-13.). Uma das melhorias principais do EMB-201A foi o aumento da capacidade de combustível da aeronave, passando para 292 litros. Essa atualização resultou em um desempenho aprimorado, proporcionando maior eficiência e capacidade operacional em diversas condições de voo.

Também houve alterações na asa e no painel de instrumentos. As modificações no aerofólio da asa do EMB-201A otimizaram o desempenho da aeronave em velocidades reduzidas, aumentando estabilidade e a capacidade de manobra durante as operações agrícolas.

Seguindo as necessidades da aviação agrícola, em 1990 foi lançado o modelo EMB-202, trazendo diversas melhorias, sendo uma das mais significativas a adição de *winglets*, que diminuem o arrasto induzido, resultando em uma redução do consumo de combustível e aumento da eficiência da aeronave (MAKSOU, 2014).

Essas melhorias proporcionam além de economia de combustível, maior alcance e capacidade de carga útil, e reduzem as emissões de gases poluentes. Além disso, os *winglets* contribuem para um melhor desempenho em curvas, aumentando a estabilidade e a capacidade de manobra da aeronave, bem como um aumento da área disponível na envergadura para instalação dos bicos pulverizadores (COIMBRA e CATALANO, 1999).

Além de um aumento na capacidade do Hopper para 950 litros, o EMB-202 tem a opção de um sistema de pulverização eletrostática, que utiliza os bicos de pulverização para carregar eletricamente as gotas através de um campo elétrico ao redor delas, que fazem com que elas sejam fortemente atraídas pelas plantas (SCHRODER, 2002).

A aplicação de pulverização eletrostática surge como uma resposta tecnológica visando otimizar a eficiência no aproveitamento de gotículas de menor tamanho, contribuindo para uma aplicação mais eficiente e ambientalmente sustentável, abrindo a possibilidade de redução das doses necessárias em futuras aplicações AGAIRUP-DATE (2000) e reduzindo as perdas causadas pelo contato com o solo ou por evaporação (CHAIM e WADT, 2015).

Em 2004 a Embraer certificou o EMB-202A, que se destaca por ser a primeira aeronave de série no mundo a voar com motor movido a etanol. De acordo com a empresa, a introdução do etanol resultou em benefícios tanto para o meio ambiente, ao reduzir o impacto ambiental, quanto para os aspectos operacionais e de manutenção, além de aprimorar o desempenho geral da aeronave (EMBRAER, 2002).

A utilização de um motor a etanol no EMB-202A oferece várias vantagens. O etanol é um combustível renovável, produzido a partir de fontes vegetais, e possui menor impacto ambiental em comparação aos combustíveis fósseis. Além disso, o uso do etanol contribui para a redução das emissões de gases poluentes, pois não há emissão de gás carbônico.

Segundo Fábio Bertoldi Carreto, gerente comercial da Embraer, do ponto de vista econômico, o motor movido a etanol apresenta um custo operacional inferior em comparação ao da aeronave que utiliza gasolina de aviação, podendo chegar à quase 70%. Adicionalmente, ele afirma que o desempenho do motor é aprimorado, o que, por sua vez, resulta em maior flexibilidade e capacidade produtiva da aeronave (ROYO e PITOMBEIRA, 2011).

Projetada visando o máximo desempenho e produtividade, mantendo um custo operacional otimizado, em 2015 foi certificada a versão do Ipanema, o EMB-203. Segundo a Embraer [s.d.], com essas modificações, o modelo 203 se estabelece com o custo operacional mais vantajoso em toda a sua história. Além disso, o avião continua a ser a opção mais acessível em termos de manutenção e permanece como a única aeronave em produção em série que pode utilizar com versões que utilizam biocombustíveis.

Ainda segundo o fabricante, as melhorias são compostas por avanços que englobam um aumento no Hopper para 1050 litros, *winglets* mais eficientes para redução do vórtice de ponta de asa, aumento da altura da cabine, proporcionando mais conforto para o piloto, novo painel de instrumentos e uma faixa de deposição maior, devido ao aumento da envergadura da aeronave. O modelo segue padrões que facilitam

os procedimentos de manutenção, reduzindo o tempo necessário para realizar reparos e inspeções.

Figura 3 – Evolução do Ipanema

1972		49 Aviões Produzidos	Motor de 260hp Hélice de passo fixo Hopper de 550 litros 230 litros de combustível	EMB-200
1973		24 Aviões Produzidos	Principais alterações: Novo modelo de motor Hélice de passo variável	EMB-200A
1974		203 Aviões Produzidos	Principais alterações: Hopper de 680 litros Motor de 300hp	EMB-201
1977		401 Aviões Produzidos	Principais alterações: Nova asa Modernização do painel 292 litros de combustível	EMB-201A
1991		406 Aviões Produzidos	Principais alterações: Adição de Winglets Hopper de 950 litros	EMB-202
2004		278 Aviões Produzidos	Principais alterações: Aeronave a etanol Motor de 320hp	EMB-202A
2016		237 Aviões Produzidos	Principais alterações: Hopper de 1050 litros Aumento da asa e hélice Ar-condicionado Conforto de cabine	EMB-203
			Novo painel de instrumentos Maior faixa de deposição Winglet melhorada Mais opcionais	

FONTE: Acervo pessoal (2023)

Ao longo do tempo, foram realizadas outras modificações e atualizações na série EMB 200, com o objetivo de aprimorar ainda mais suas características e desempenho. Tais evoluções tecnológicas e de design asseguraram que o EMB série 200 da Embraer se mantivesse atualizado e competitivo no mercado da aviação agrícola.

Atualmente, a Embraer vende kits de conversão para permitir a mudança do combustível utilizado em aviões agrícolas para etanol por várias razões estratégicas. A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) estabelece regulamentos e normas para a aviação no Brasil, incluindo as especificações técnicas para aeronaves e combustíveis. A permissão para o uso de diferentes combustíveis em aeronaves depende do cumprimento dessas regulamentações.

2.1.3 Importância da aviação agrícola no Brasil

O agronegócio é uma das principais atividades econômicas do Brasil, sendo responsável por cerca de 24,8% do Produto Interno Bruto (PIB) e por mais de 47% das exportações do país (IBGE, 2022).

O faturamento com as vendas de produtos do agronegócio de 2022 representou aproximadamente 47% das exportações totais do País e contribuiu decisivamente para um superávit comercial, que ficou na casa de US\$ 60 bilhões (CEPEA, 2022).

Entretanto, ainda de acordo com o CEPEA (2022), o agronegócio sofreu retração em 2022, quando comparado ao ano anterior, tendo em vista a alta dos insumos de produção (como defensivos agrícolas, fertilizantes, etc.). Esse cenário indica que para manter a competitividade do setor agrícola, é necessário adotar tecnologias que permitam o aumento da produtividade e a redução dos custos de produção.

Nesse sentido, a Aviação Agrícola tem se mostrado uma alternativa eficiente para o controle de pragas e doenças nas lavouras, bem como para a aplicação de defensivos agrícolas e fertilizantes. De acordo com o SINDAG (2022), a frota brasileira de aeronaves agrícolas teve um crescimento de 3,4% em 2021, tornando o mercado nacional o segundo no ranking mundial em investir nessa tecnologia.

De acordo com um estudo realizado pela EMBRAPA (2017) em Cruvinel, concluiu-se que a perda provocada por amassamento de cultura chegou na casa de 4% de toda a produção da área cultivável. Uma aeronave agrícola exclui em totalidade a

perda gerada por amassamento. Segundo Costa (2017), considerando o cultivo de soja, as perdas por amassamento podem chegar a 7% da produtividade total, representando perdas expressivas economicamente.

No entanto, a atividade de Aviação Agrícola também apresenta desafios, principalmente relacionados à regulamentação e à segurança operacional. Em muitos casos, a falta de legislação específica para a atividade de Aviação Agrícola pode levar a práticas inadequadas, que comprometem a segurança das operações e a qualidade dos serviços prestados.

O aumento das operações aero agrícolas amplia os riscos de acidentes, especialmente em voos de baixa altitude com obstáculos como árvores, terreno acidentado e cabos de alta tensão. A atenção é crucial para evitar obstáculos naturais ou artificiais. Nas atividades aero agrícolas em ambientes rurais, as manobras frequentes requerem habilidades precisas de pilotos e aeronaves adequadas para garantir segurança e precisão (CIOCHETA, 2016).

A Aviação Agrícola oferece vantagens significativas para a agricultura brasileira, como o aumento da produtividade por meio da aplicação precisa de defensivos e fertilizantes, cobrindo áreas extensas em menor tempo evitando qualquer impacto direto nas plantas ou compactação do solo, capacidade de expandir a dimensão da produção e de reduzir custos. Além disso, desempenha um papel vital no controle de pragas e doenças, possibilitando a detecção e tratamento rápido de áreas afetadas, prevenindo prejuízos na produção (JÚNIOR, 2022).

De acordo com a Associação Brasileira de Aviação Geral (ABAG), a aviação agrícola está diretamente ligada ao desenvolvimento sustentável das lavouras, uma vez que com o aumento de produtividade, menos área plantada é necessária para uma mesma quantidade de cultura cultivável, além de que a pulverização controlada reduz a carga de defensivos agrícolas utilizados por hectare (Revista AVAG, 2022).

Para garantir a eficiência e a sustentabilidade da Aviação Agrícola no Brasil, é necessário adotar uma série de medidas. Uma delas é a regulamentação da atividade, com a criação de normas específicas para a formação de pilotos agrícolas, a manutenção das aeronaves e a aplicação de defensivos agrícolas. É preciso também garantir a segurança das operações, por meio da adoção de equipamentos de proteção individual e da realização de treinamentos periódicos para os profissionais envolvidos na atividade.

Além disso, é preciso incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias que permitam a aplicação de defensivos agrícolas de forma mais precisa e eficiente, reduzindo os riscos de contaminação do meio ambiente e dos alimentos. É necessário também promover a conscientização dos produtores rurais sobre a importância da utilização responsável de defensivos agrícolas, incentivando a adoção de práticas sustentáveis de produção.

Por fim, é importante destacar a importância da capacitação e da valorização dos profissionais envolvidos na atividade de Aviação Agrícola. A formação de pilotos agrícolas deve ser incentivada, garantindo que esses profissionais tenham as competências necessárias para realizar as operações de forma segura e eficiente.

2.2 BOLETINS DE SERVIÇO (BS)

Um Boletim de Serviço (BS) é um documento que pode ser emitido pela organização fabricante do produto aeronáutico (aeronave, motor, hélice, equipamento e componente), com o objetivo de corrigir falha ou mau funcionamento deste produto ou nele introduzir modificações e/ou aperfeiçoamentos, ou ainda visando à implantação de ação de manutenção ou manutenção preventiva aditiva àquelas previstas no programa de manutenção básico do fabricante (ANAC, 2009, IS N° 145.109-001).

Os BS são uma importante ferramenta na indústria aeronáutica para garantir a segurança e a confiabilidade das aeronaves. Essas informações críticas fornecem orientações vitais aos operadores de aeronaves sobre atualizações, alterações, instruções de manutenção, mudanças em procedimentos de operação e informações de segurança norteiam a operação de um produto aeronáutico.

Os boletins de serviço são frequentemente usados como parte de um programa de manutenção preventiva, que ajuda a identificar problemas antes que eles se tornem grandes e potencialmente perigosos, além fazer parte do programa de melhoria contínua do projeto aeronáutico. Os operadores de aeronaves são obrigados a acompanhar os boletins de serviço, entretanto não são obrigados a implementar as mudanças recomendadas, desde que esta não esteja citada em uma Diretriz de Aeronavegabilidade (DA).

“Essas melhorias geralmente envolvem pequenas ou grandes modificações no produto, **sem necessidade de nova certificação** e são apresentadas aos operadores como sugestões, **não sendo obrigatórias**”. (VENSON, 2022).

Em seu material didático, denominado “Publicações Técnicas em Manutenção de Aeronaves”, Venson (2022) ainda destaca que quando uma atividade de manutenção proposta por um BS passa a ser obrigatória esse BS é incorporado a uma Diretriz de Aeronavegabilidade.

De acordo com a ANAC (2021), para que uma aeronave esteja em conformidade com seus procedimentos de manutenção, o detentor do Certificado de Aeronavegabilidade (CA) deve executar as manutenções conforme o manual da aeronave.

“(b) O detentor de certificado que mantenha suas aeronaves de acordo com o parágrafo 135.411(a)(2) deve:

- (1) executar a manutenção, a manutenção preventiva e as alterações de suas aeronaves, incluindo células, motores, hélices, rotores, equipamentos normais e de emergência e partes, segundo o seu manual e este Regulamento...” (ANAC, 2021, RBAC nº135)

Assim, outra forma de declarar um boletim de serviço como de cumprimento obrigatório, e que exista força de lei implicando esta obrigatoriedade sob risco de penalidades impostas ao infrator, basta que boletim faça parte do programa de manutenção da aeronave, sendo incluído em seus manuais de serviço.

A importância dos boletins de serviço está ligada diretamente à operação segura das aeronaves, das atualizações de projeto mediante evolução tecnológica, sendo parte recorrente na manutenção de produtos aeronáuticos e promovendo melhorias graduais nestes produtos com fabricação ainda em andamento ou mesmo que descontinuada.

2.2.1 Cumprimento

Os Boletins de Serviço dos modelos pertencentes a Série 200 das aeronaves EMBRAER possuem o cumprimento delimitado, a fim de facilitar a compreensão da documentação técnica, e expressar a criticidade de um evento que afete a segurança operacional das aeronaves. São as Classes de Boletins quanto ao Cumprimento:

1. Mandatório: Boletins que apresentam alto risco de segurança operacional caso não sejam cumpridos. Mesmo que o boletim não tenha uma

Diretriz de Aeronavegabilidade vinculada a ele ou não conste nos manuais de manutenção, o termo utilizado indica um consenso de obrigatoriedade entre os operadores.

2. Recomendado: Boletins que não são obrigatórios por força de lei, mas a fabricante reconhece o risco de segurança operacional e, portanto, enfatiza o cumprimento dos procedimentos de manutenção estabelecidos no boletim, seja imediatamente ou após um determinado número de horas de voo.
3. Opcional: Boletins em que o cumprimento é deixado a critério do operador.

2.3 DIRETRIZ DE AERONAVEGABILIDADE (DA)

Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA) são prescrições emitidas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) que se aplicam aos seguintes produtos: aeronaves, motores de aeronaves, hélices e equipamentos. Uma DA contém ações de segurança operacional a serem executadas em um determinado produto aeronáutico com o objetivo de restaurar o nível aceitável de segurança operacional, quando evidências demonstram que este nível aceitável possa estar comprometido.

Segundo a ANAC (2020, RBAC nº 39) haverá a emissão de uma DA para um determinado produto assim que constatar uma condição insegura exista ou que seja de provável existência, bem como esta condição se manifeste em outros produtos que tenham o mesmo projeto de tipo.

A ANAC reconhece como uma Diretriz de Aeronavegabilidade emitida por si mesma qualquer documento equivalente emitido pela autoridade aeronáutica do país de origem do projeto. Nos Estados Unidos, o documento correspondente emitido pela autoridade aeronáutica americana, a *Federal Aviation Administration* (FAA), bem como na União Europeia, cuja autoridade aeronáutica regente é a *European Union Aviation Safety Agency* (EASA) é denominado é a *Airworthiness Directive* (AD). Em caso de conflitos entre uma DA e um documento estrangeiro correspondente, prevalece o documento emitido pela ANAC.

Figura 4 – Diretriz de Aeronavegabilidade



AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - BRASIL

DIRETRIZ DE AERONAVEGABILIDADE

DA Nº 2020-06-01R2

Data de Efetividade: 13 jun. 2023

Esta Diretriz de Aeronavegabilidade (DA), emitida pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) com base no Capítulo IV do Título III do Código Brasileiro de Aeronáutica - Lei Nº 7.565 de 19 de dezembro de 1986 - e no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 39, aplica-se a todas as aeronaves registradas no País. Nenhuma aeronave à qual se aplica esta DA pode ser operada exceto após o cumprimento da mesma dentro dos prazos nela estabelecidos.

DA Nº 2020-06-01R2 - EMBRAER / 39-1524.

APLICABILIDADE:

(a) Esta Diretriz de Aeronavegabilidade (DA) aplica-se aos seguintes aviões Embraer modelos EMB-203 "Ipanema":

Grupo I: Identificados no Boletim de Serviço Embraer Nº 200-057-0011, revisão original, datado de 26 de setembro de 2019, com os Números de Série (N/S) 20001370 ao 20001412.

Grupo II: Adicionados na revisão 1, do Boletim de Serviço Embraer Nº 200-057-0011, datado de 11 de dezembro de 2020, com N/S 20001369 e N/S 20001413 a 20001427.

CANCELAMENTO / REVISÃO:

Esta DA cancela e substitui a DA 2020-06-01R1, emd. 39-1483, com data de efetividade de 25 de nov. de 2021, e está sendo emitida para incluir a substituição da longarina dianteira da semi-asa direita por outra com número de parte (Part Number-P/N) 200-57910-613 e da longarina dianteira da semi-asa esquerda por outra com P/N 200-57710- 613 como ação terminal das inspeções dos parágrafos (b), (d) e (e) desta DA.

MOTIVO:

Foram constatados casos de trincas em elementos estruturais no intradorso das semi-asa na região de suas fixações na fuselagem do avião. A propagação destas trincas pode comprometer a integridade estrutural da asa e causar sua separação em voo.

Como esta condição pode ocorrer em outros aviões do mesmo tipo e afeta a segurança de voo, é requerida a adoção de uma ação corretiva e, portanto, fica configurada a causa justa para impor o cumprimento destes requisitos no prazo estabelecido.

AÇÃO REQUERIDA:

Fonte: ANAC (2023)

Ainda segundo a ANAC, quando uma AD é emitida, ela se torna obrigatória para todas as aeronaves que se enquadram em sua categoria e modelo. Isso significa que todos os proprietários e operadores de aeronaves afetadas pela AD são obrigados a cumprir as instruções e realizar as correções necessárias antes de voltar a voar. Qualquer pessoa que opere um produto que não cumpre com os requisitos de uma DA está infringindo a regulamentação aeronáutica, e estará sujeita a multa, suspensão ou cassação do certificado de aeronavegabilidade de sua aeronave, entre outras penalidades cabíveis.

Uma DA específica inspeções e/ou modificações que devem ser realizadas, bem como condições e/ou limitações que devem ser observadas e quaisquer outras

ações necessárias para que uma condição insegura seja restaurada para uma condição segura. A DA é aplicável apenas aos modelos identificados no seu texto descritivo.

É possível que uma DA incorpore por referência, no todo ou parcialmente, documentos de serviço do fabricante, sendo um destes documentos o Boletim de Serviço. Nesses casos, as partes referenciadas desses documentos de serviço tornam-se parte da Diretriz de Aeronavegabilidade. Se as orientações contidas nos documentos de serviço forem classificadas como ineficazes pela ANAC, a DA poderá incorporar modificações ao documento referenciado. Considerando que a DA é um documento emitido pela ANAC, em caso de conflitos entre uma DA e um documento de serviço do fabricante, a DA é deverá prevalecer (ANAC, RBAC nº 39).

2.3.1 Diretriz de Aeronavegabilidade de Ação Repetitiva

Essas diretrizes são emitidas quando uma condição insegura não é considerada crítica ou não apresenta um risco imediato à segurança de voo. As ADRs geralmente exigem uma ação repetitiva, como inspeções periódicas, substituição de peças ou modificações de equipamentos.

Segundo VENSON (2022), essas diretrizes são elaboradas a fim de estabelecer atividades periódicas de inspeção, lubrificação, substituição, entre outras, para restabelecer condições seguras de operação.

2.3.2 Diretriz de Aeronavegabilidade de Ação Final

Essas diretrizes são emitidas quando uma condição insegura é considerada crítica e representa um risco imediato à segurança de voo. As ADFs geralmente exigem uma ação única e imediata, como uma inspeção obrigatória ou uma modificação obrigatória do equipamento, que deve ser realizada antes da próxima operação da aeronave.

“Em muitos casos uma diretriz de ação final pode definir atividade(s) de manutenção para finalizar uma ou mais diretrizes de ação repetitiva (por exemplo: uma diretriz de ação repetitiva envolvendo inspeções periódicas é elaborada até que uma diretriz de ação final seja elaborada” (VENSON, 2022, Slide 45).

2.4 INSPEÇÃO

A inspeção e a revisão de componentes aeronáuticos são atividades importantes para garantir a segurança e o desempenho das aeronaves. Embora as duas práticas sejam similares em alguns aspectos, elas diferem em termos de objetivos, frequência e procedimentos.

A inspeção é uma atividade rotineira realizada pelos técnicos de manutenção em componentes específicos da aeronave, a fim de detectar possíveis danos, desgaste ou falhas que possam comprometer a segurança ou o desempenho da aeronave. A inspeção pode ser realizada visualmente ou com o uso de equipamentos especializados, como ultrassom, radiografia ou líquido penetrante. A frequência e o escopo das inspeções são definidos pelas normas de manutenção da aeronave e variam de acordo com o tipo de componente e as horas de voo da aeronave.

2.5 REVISÃO

De acordo com Venson (2022), a revisão é uma atividade abrangente e detalhada que envolve a desmontagem completa do componente, a avaliação minuciosa de cada peça e a substituição de todas as peças que estejam desgastadas ou danificadas. A revisão tem como objetivo garantir que o componente esteja em condições de operação segura e eficiente.

Ainda segundo o autor citado, a revisão de componentes em geral é um processo mais complexo e demorado do que a inspeção, essencial para garantir a segurança das operações aéreas. O processo de revisão é realizado quando fica evidente uma degradação não prevista no componente, e por isso geralmente ocorre de forma não programada.

Segundo a ANAC, a revisão geral (em inglês *overhaul*) é aquela que caracteriza a parada e remoção do componente para um conjunto de ações de manutenção visando a restauração do componente ao término do *Time Since Overhaul*, e por isso é considerado processo de manutenção programada, visto que se baseia em um intervalo de tempo pré-definido.

Através da revisão geral é possível não só retornar o componente às condições operacionais, como também é possível aumentar a vida útil, e restaurá-lo ao estado de fábrica (VENSON, 2022a).

2.6 HOMEM-HORA

Para mensurar a carga de trabalho em uma atividade de manutenção aeronáutica, as oficinas utilizam como referência o Fator Homem-Hora (HH) como padrão quantitativo. De acordo com Venson (2020), o Fator Homem-Hora representa o produto entre o número de pessoas envolvidas na tarefa e o número de horas trabalhadas. Quando tratamos de boletins de serviço, avaliar esse número disponibilizado implica numa estimativa do custo de manutenção, inclusive ajuda o planejamento do operador de aeronaves agrícolas a se planejarem para atividades mais complexas que necessitam de traslado.

Venson (2020) identifica que um aspecto crítico no planejamento das ações e tarefas de manutenção é assegurar a compatibilidade entre a Disponibilidade Homem-Hora (HHa) e o Requisito Homem-Hora (HHr) para a execução das atividades. A Disponibilidade Homem-Hora (HHa) refere-se à quantidade total de horas que a equipe de manutenção tem disponível para trabalhar em um determinado período, enquanto o Requisito Homem-Hora (HHr) representa a quantidade de horas necessárias para realizar uma determinada atividade de manutenção

Ainda de acordo com o autor citado, a correta estimativa do HHr é fundamental e geralmente é baseada em informações fornecidas pelo fabricante do equipamento, encontradas em manuais de serviços e disponíveis nos boletins de serviço. No entanto, outros fatores também podem influenciar essa estimativa, tais como a complexidade da tarefa, a disponibilidade de infraestrutura adequada, a facilidade de acesso ao equipamento e a necessidade de ferramentas específicas. Em suma, a medida de mão de obra não define o custo final da manutenção, uma vez que estes outros fatores relevantes podem ser embutidos no valor final.

2.7 PARÂMETROS DE CONTAGEM DE UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS AERONÁUTICOS

Os parâmetros de contagem de utilização de produtos aeronáuticos são uma forma de medir o tempo de uso de peças, componentes e sistemas de uma aeronave. A fim de controlar o uso de tais componentes, esses parâmetros de contagem se tornam importantes ferramentas para a manutenção preventiva da aeronave e para garantir a segurança dos voos.

Venson (2022) nos dá os principais parâmetros desta categoria: Time Since New, Time Since Overhaul, Tempo Limite de Vida, Horas de voo e Tempo de Operação.

2.7.1 Time Since Overhaul

O *Time Since Overhaul* (TSO) é um termo utilizado na aviação para se referir ao tempo decorrido desde a última revisão geral de uma aeronave ou de um componente aeronáutico. Após a revisão geral, o TSO é zerado e começa a contar novamente a partir da data de conclusão do processo (VENSON, 2022a).

2.7.2 Tempo Limite de Vida

O Tempo Limite de Vida (TLV), ou em inglês *Safe Life Limit* (SLL), é uma medida utilizada na aviação para determinar a vida útil de componentes críticos de uma aeronave. O TLV é definido como o número máximo de horas de voo, ciclos de operação ou tempo em serviço permitidos para um determinado componente antes que seja necessário substituí-lo. Uma peça que possui TLV definido é denominada como peça com limite de vida.

Peça com limite de vida significa qualquer peça ou parte para a qual um limite obrigatório de substituição é especificado no projeto de tipo, nas instruções de aeronavegabilidade continuada ou no manual de manutenção (ANAC, 2021, RBAC nº 43).

As peças com limite de vida são geralmente aquelas que estão sujeitas a altos níveis de tensão, fadiga ou desgaste, como motores, hélices, estruturas, trens de pouso, entre outros. O TLV é estabelecido pelos fabricantes desses componentes com base em testes, simulações e análises de dados, levando em consideração fatores como a carga de trabalho, as condições de operação e os materiais utilizados na fabricação.

De acordo com a ANAC (2021, RBAC nº 43), o TLV de um componente não pode ser ultrapassado ou reduzido através de revisões gerais do componente. Após atingir o TLV de uma peça, a mesma deve ser substituída por uma nova peça, conforme as normas e procedimentos estabelecidos pelo fabricante da aeronave ou pelo regulador de aviação civil do país onde a aeronave está registrada.

2.8 ATA

A *Air Transport Association of America* (ATA), atualmente conhecida como *Airlines for America* (A4A), é uma associação comercial e grupo de lobby que representa as principais companhias aéreas da América do Norte. Fundada em 1936, a ATA desempenha um papel fundamental na indústria da aviação nos Estados Unidos.

Ao longo de sua história, a ATA tem estado envolvida em várias questões e decisões importantes relacionadas à aviação. Desde o início, a associação atuou como um defensor dos interesses das companhias aéreas americanas, trabalhando em estreita colaboração com o governo dos Estados Unidos. A ATA foi fundamental na criação da Junta de Aeronáutica Civil e desempenhou um papel crucial no estabelecimento do sistema de controle de tráfego aéreo. Além disso, a associação teve um papel significativo na desregulamentação da indústria aérea nos Estados Unidos.

Na atualidade, a A4A, continua desempenhando um papel importante na defesa dos interesses das companhias aéreas na América do Norte. A associação é ativa no cenário político e trabalha em estreita colaboração com o governo dos Estados Unidos para promover políticas favoráveis à indústria da aviação. A A4A está envolvida em questões regulatórias, tributárias e ambientais, buscando criar um ambiente favorável para o transporte aéreo seguro e eficiente.

Além disso, a A4A também se dedica a fornecer padrões técnicos e especificações para a indústria da aviação. A associação é responsável por publicar classificações técnicas e definir especificações para a troca eletrônica de dados técnicos de sistemas e subsistemas de aeronaves. Essas especificações, agrupadas em capítulos conhecidos como especificação 100, fornecem diretrizes e requisitos para a manutenção, controle de configuração e operações de voo de aeronaves.

Em suma, a ATA, agora A4A, desempenha um papel crucial na representação e defesa dos interesses das principais companhias aéreas da América do Norte. Desde sua fundação, a associação tem trabalhado para moldar o cenário da aviação nos Estados Unidos, influenciando decisões políticas e fornecendo padrões técnicos essenciais para a indústria.

2.8.1 ATA 100

O *Air Transport Association Specification 100* (ATA 100 ou ATA SPEC 100) é um sistema de classificação técnica e especificação de dados utilizado na indústria da aviação. Desenvolvido pela ATA, o ATA 100 é amplamente adotado por fabricantes

de aeronaves e operadores para padronizar e facilitar a troca de informações referentes a sistemas e subsistemas aeronáuticos.

Composto por 100 capítulos, o ATA 100 abrange áreas específicas da aeronave, desde a estrutura até os sistemas de comunicação. Cada capítulo é identificado por uma designação ATA única, o que permite a identificação e localização de informações técnicas relativas a uma área específica da aeronave.

Dentro de cada capítulo, o ATA 100 apresenta detalhes sobre as especificações de dados para manutenção, requisitos de reparo, procedimentos de teste e outros aspectos relacionados aos sistemas e subsistemas aeronáuticos. Essas informações são fundamentais para as atividades de engenharia, manutenção e operações realizadas por companhias aéreas e provedores de serviços de manutenção.

Devido à sua capacidade de proporcionar uma estrutura consistente e abrangente para a organização e troca de informações técnicas, o ATA 100 tem sido amplamente adotado na indústria da aviação. Essa adoção facilita a comunicação eficiente entre fabricantes, operadores de aeronaves e prestadores de serviços de manutenção, aprimorando a eficiência e a segurança nas operações aéreas.

Ao longo dos anos, o ATA 100 foi adotado em outros sistemas de numeração. A FAA, utilizando o sistema de capítulos e o padrão de numeração do ATA 100, criou o Joint Aircraft System/Component (JASC) em 1991. O mesmo documento ATA 100 foi reformulado também no ano 2000, sendo substituído pelo iSpec 2200.

2.8.2 Joint Aircraft System/Component (JASC)

O *Joint Aircraft System/Component* (ou JASC) é uma estrutura de codificação estabelecida pela FAA dos Estados Unidos para classificar e categorizar os sistemas e componentes de aeronaves. Desenvolvida com o objetivo de fornecer um sistema padronizado para identificar e rastrear as várias peças, sistemas ou subsistemas de uma aeronave para facilitar nos procedimentos de manutenção, o JASC utilizou a estrutura de capítulos do ATA 100.

O JASC utiliza um código numérico de quatro dígitos para representar as diferentes categorias de sistemas e componentes. Os dois primeiros dígitos indicam o capítulo o qual a peça, sistema ou subsistema pertence, e os dois últimos dígitos refinam a busca através do assunto.

Tabela 1 - BS relacionados ao modelo de aeronave

Cap.	Denominação	Cap.	Denominação
00	Geral	46	Sistema de informação
01	Políticas de Manutenção	47	Sistema de gás inerte
02	Operação	48	Abastecimento em voo
03	Suporte	49	Unidade de Força Auxiliar (APU)
04	Limitações de Aeronavegabilidade	50	Cargueiros
05	Limites de tempo e checagem de manutenção	51	Práticas padrões - Estruturas
06	Áreas e dimensões	52	Portas
07	Levantamento e macaqueamento	53	Fuselagem
08	Pesagem e nivelamento	54	Naceles / <i>Pylons</i>
09	Reboque e táxi	55	Estabilizadores
10	Estacionamento, amarração, armazenamento e retorno ao serviço	56	Janelas
11	Placares e marcações	57	Asas
12	Manutenção de rotina	60	Práticas padrões – Hélice / Rotor
13	<i>Hardware</i> e ferramentas gerais	61	Hélice / Propulsores
15	Informações para tripulação	62	Rotor principal
16	Mudanças de função	63	Unidade principal do rotor
18	Análise de vibração e ruído (helicópteros)	64	Rotor da cauda
20	Práticas padrões (geral)	65	Motor do rotor da cauda
21	Ar condicionado	66	Dobramento da lâmina do rotor e do pilão da cauda
22	Piloto automático	67	Controle de voo dos rotores
23	Comunicação	70	Práticas padrão - Motor
24	Força Elétrica	71	Central de energia - Geral
25	Equipamento mobiliário	72	Motor
26	Proteção contra fogo	73	Motor – Combustível e controle
27	Controles de voo	74	Ignição
28	Combustível	75	Sangria de ar
29	Força hidráulica	76	Controles do motor
30	Proteção contra gelo e chuva	77	Indicação do motor
31	Sistemas de indicação / Registro	78	Exaustão
32	Trem de pouso	79	Óleo
33	Luzes	80	Partida
34	Navegação	81	Turbinas
35	Oxigênio	82	Injeção de água
36	Pneumático	83	Caixa de engrenagens de acessórios
37	Vácuo	84	Aumento da propulsão
38	Água / Dejetos	91	Cartas
39	Painéis eletrônicos	110	Sistema agrícola
40	Multi-sistemas		
41	Lastro de água		
42	Aviônica modular integrada		
43	Sistema de Painel Solar de Emergência (ESPS)		
44	Sistemas de cabine		
45	Sistema Central de Manutenção (CMS)		

Assim como no sistema ATA 100, os capítulos utilizados pelo JASC utilizam o mesmo formato de nomeação, e por isso são idênticos. Todos os capítulos do JASC e ATA 100 estão disponíveis na Tabela 1.

2.8.3 iSpec 2200

O ATA iSpec 2200 é um padrão global para a troca eletrônica de informações técnicas na indústria da aviação. Ele foi desenvolvido pela ATA em substituição ao ATA 100.

O iSpec 2200 é uma especificação que define a estrutura, o formato e as diretrizes para o intercâmbio eletrônico de informações técnicas, incluindo manuais de manutenção, manuais de engenharia, manuais de operações e outras informações relacionadas à aeronave. Ele fornece uma base comum para a organização e a apresentação dessas informações, garantindo a consistência e a interoperabilidade entre os diferentes sistemas e softwares utilizados na indústria.

Uma das principais vantagens do ATA iSpec 2200 é a padronização dos dados técnicos. Ele estabelece uma estrutura de dados uniforme, com terminologia padronizada e regras claras para a troca de informações. O padrão de identificação segue um formato de três grupos de dois algarismos cada grupo, conforme representação a seguir:

4. Os dois primeiros algarismos se referem aos capítulos ou sistema;
5. Os dois algarismos seguintes se referem à seção ou subsistema;
6. Os dois últimos algarismos se referem ao assunto ou componente.

A Figura 4 representa o modelo de padronização proposto pelo iSpec 2000:

Figura 5 – Sistema iSpec 2200



FONTE: Acervo pessoal

Essa padronização promovida pelo o iSpec 2000 promove a eficiência e a precisão na gestão das informações técnicas, por exemplo, permite o armazenamento, a busca e a recuperação eletrônica de dados técnicos, reduzindo a dependência de documentos impressos e agilizando as atividades de manutenção e suporte às operações aéreas.

2.9 ANÁLISE DE PARETO

O Princípio de Pareto, sugerido e nomeado pelo consultor de negócios Joseph Moses Juran em homenagem a Vilfredo Pareto, foi fundamentado na observação de que os resultados operacionais e a riqueza econômica não são distribuídos de maneira uniforme, e que alguns inputs contribuem de forma mais significativa do que outros. É referida como a "regra 80/20," uma terminologia que popularizou um conceito econômico complexo introduzido por Vilfredo Pareto, um economista italiano do século XIX (POWELL e SAMMUT-BONNICI).

Em seu livro "*Cours d'Economie Politique Professe a l'Universite de Lausanne*" volume I, de 1896, Pareto identificou um padrão de "desequilíbrio previsível" ao perceber que 80% da riqueza da Itália estava concentrada nas mãos de apenas 20% da população. Para descrever essa distribuição desigual, ele desenvolveu uma fórmula matemática conhecida como a distribuição de Pareto. Mais tarde, na década de 1940, Joseph Juran generalizou as descobertas de Pareto na regra 80-20. Essa observação inicial chamou a atenção de pesquisadores, que posteriormente reconheceram a aplicabilidade desse princípio em várias esferas.

O princípio de Pareto, em sua essência, estabelece que 80% dos resultados são consequência de apenas 20% das ações. Este princípio tem a capacidade de identificar a parte mais influente em qualquer tarefa que seja passível de subdivisão em componentes menores.

Apesar de não ser uma regra rígida e os números exatos (80/20), o princípio de Pareto permite priorizar cenários mais impactantes com a menor quantidade de esforço, dividindo o trabalho em partes mais administráveis. A essência está na ideia de que uma minoria dos elementos contribui significativamente para a maioria dos resultados.

3 METODOLOGIA

3.1 OBTENÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Para a execução deste trabalho, foram utilizadas informações provenientes de consultas nos sistemas disponibilizados pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), SINDAG (Sindicato de Aviação Agrícola), RAB (Registro Aeronáutico Brasileiro) e pelo MAPA (Ministério da Agricultura e Agropecuária), acessíveis online. Também foram consultados livros, artigos científicos, revistas e sites especializados no campo da aviação agrícola, assim como os manuais de operações de aeronaves fornecidos pela fabricante Embraer.

3.1.1 Coleção de Boletins de Serviço da Série 200

A coleção de Boletins de Serviço do Ipanema é um documento de caráter privado disponibilizado para venda pela PUBTEC exclusivamente às oficinas de manutenção. Ao adquirir a coleção de boletins através da PUBTEC, o comprador receberá todas as atualizações que ocorrerem durante a assinatura de 12 meses. Após esse período, será necessário adquirir uma nova assinatura.

Conforme ilustrado na Figura 6, o valor total para a aquisição de uma assinatura anual deste documento é de R\$ 1.837,00, incluindo encargos e taxas. A coleção abrange não apenas todos os Boletins de Serviço, mas também engloba todos os boletins de informação relacionados à Série 200 Ipanema.

Figura 6 – Página de compra da Coleção BI-BS 200

COL BS BI 200	Download / Assinatura de um ano	v.97	31/05/2023	R\$ 1.837,00
Coleção de Boletins de Serviços e Informações EMB-200 - 200A - 201 - 201A - 202 - 202A-203 - 203				

FONTE: Pubtec (2023).

Em uma situação excepcional, a EMBRAER, representada pelo coordenador da área comercial do Programa Ipanema, Mateus Di Lello Dallacqua, disponibilizou o documento completo, o qual está atualizado até a data de 06 de março de 2023 (data de aprovação do requerimento) em sua Revisão 92.

A coleção de boletins abrange todos os boletins emitidos para os modelos de aeronave que são objeto de estudo deste trabalho, tanto aqueles fabricados pela Indústria Aeronáutica Neiva Ltda quanto os fabricados após a fusão e fundação da EMBRAER. Como resultado da evolução da cultura organizacional, ao longo do tempo,

os boletins passaram por alterações visuais, no entanto, as informações relevantes estão presentes em todos os documentos.

3.1.1.1 Aplicação

A aplicação abrange os modelos de aeronaves afetados ou elegíveis para a execução de um Boletim de Serviço. Esses modelos vêm acompanhados da efetividade do boletim, uma vez que melhorias e soluções para problemas identificados são implementadas nos números de série subsequentes à aplicação do procedimento descrito nessa publicação técnica. Portanto, a efetividade indica quais números de série não foram afetados pela alteração de fábrica e podem receber a aplicação do boletim.

Figura 7 – Seção de aplicação no modelo atual

<u>APLICAÇÃO</u>	
Aeronaves afetadas :	
<u>MODELO</u>	<u>N/S</u>
EMB-201 "IPANEMA" EMB-201A "IPANEMA"	200074 a 200276. 200277 a 200484.

FONTE: Coleção de Boletins Série 200 (2023)

Essa efetividade é denominada nos BS com o nome de “Aplicação”, e possui uma seção em cada boletim dedicada a informar sobre os modelos impactados, e possíveis exceções.

3.1.1.2 Cumprimento

Mediante a análise da coleção em questão, tornou-se viável a estratificação dos cumprimentos presentes nos boletins em três categorias distintas, a saber: mandatórios, opcionais e recomendados. Contudo, constatou-se a ausência de uma seção delimitada destinada à abordagem desses cumprimentos nos referidos boletins.

O novo padrão estabelecido pela EMBRAER contém uma seção dedicada ao cumprimento, exibido pela Figura 8, que extraída do boletim 200-057-0013.

Figura 8– Seção de cumprimento no modelo atual

1.4 CUMPRIMENTO

O cumprimento deste Boletim de Serviço deve ocorrer nas próximas 20 horas de operação da aeronave ou 5 dias, o que ocorrer primeiro, a partir da data de divulgação deste Boletim.

FONTE: Coleção de Boletins Série 200 (2023).

A partir da análise do texto evidenciado na seção 1.4 do boletim 200-057-0013, constatou-se que este é classificado como um boletim de cumprimento mandatório. No entanto, ao examinar boletins mais antigos, como o BS 200-021-0004, de 1994, representado na Figura 9, verificou-se a ausência de uma seção específica destinada a enfatizar o cumprimento.

Figura 9 – Seção de cumprimento no modelo NEIVA

DESCRIÇÃO

Este boletim fornece as instruções necessárias para o retrabalho do difusor, a fim de torná-lo mais eficiente durante a operação da aeronave.

O cumprimento deste boletim é a critério do operador.

FONTE: Coleção de Boletins Série 200 (2023).

É notável que o boletim BS representado na Figura 9, elaborado pela Indústria Aeronáutica NEIVA S/A, apresenta um cumprimento classificado como opcional. Esse formato de cumprimento, abordado na seção "DESCRIÇÃO", é frequentemente encontrado em boletins anteriores a fusão e dissolução da NEIVA. Ainda há uma abordagem menos convencional, também adotadas nos boletins da mesma época, que apresentam o cumprimento no cabeçalho do boletim, exibido pela Figura 10.

Figura 10 – Cumprimento exibido no cabeçalho

CUMPRIMENTO

MANDATÓRIO. Incorpore este boletim quando da remoção do transceptor de VHF do avião.

FONTE: Coleção de Boletins Série 200 (2023).

Estes casos observados em que os cumprimentos eram mencionados no cabeçalho referiam-se exclusivamente a boletins mandatórios ou recomendados. Era comum encontrar, no texto descritivo, uma “forte recomendação” para a execução

desses cumprimentos. Posteriormente, por meio das Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA) emitidas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), esses boletins recomendados foram convertidos em mandatórios.

3.1.1.3 Mão-de-obra

Foi possível, a partir de uma seção dedicada para cada um dos boletins da coleção, extrair a quantidade estimada do requisito homem-hora (HHr), indicador principal da mão-de-obra necessária para o cumprimento do boletim.

Figura 11 – Seção de mão-de-obra

1.5 MÃO-DE-OBRA

A mão-de-obra necessária para a aplicação deste boletim é de aproximadamente **04** **homens-hora**.

FONTE: Coleção de Boletins Série 200 (2023).

3.1.1.4 Numeração do Boletim

A numeração do boletim de serviço utilizado pela Embraer segue alguns padrões que facilitam o reconhecimento da publicação técnica. A numeração é composta por 3 conjuntos de números ou letras separados por hífen.

Figura 12 – Formato da numeração do boletim

200-005-0001

Série de Aeronaves **Capítulo ATA** **Número do boletim**

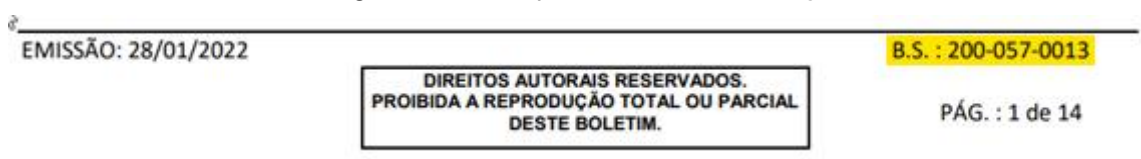
FONTE: Acervo pessoal (2023)

O primeiro conjunto de algarismos corresponde à série numérica atribuída às aeronaves impactadas, neste estudo, especificamente às aeronaves pertencentes à série 200 da fabricante Embraer. O segundo conjunto numérico denota o capítulo ou

subsistema, de acordo com o padrão ATA 100, que é afetado pelo conteúdo do boletim em questão. O terceiro conjunto de números representa uma sequência ordinal, que pode, em situações excepcionais, incluir caracteres alfabéticos, destinada a identificar de modo singular cada boletim.

Os boletins de serviço da coleção 200 são identificados em múltiplos locais: rodapé de cada página do boletim e na aba de seções. No rodapé de cada página, a numeração é informada no lado direito precedido da sigla “B.S.”.

Figura 13 – Rodapé do Boletim de Serviço



FONTE: Coleção de Boletins Série 200 (2023).

No menu lateral, há um menu expansível contendo cada boletim estratificado pelo seu sistema relacionado. Através da Figura 14, é possível visualizar esse sistema de divisão por seções. Para este exemplo, é possível perceber que para Equipamentos (capítulo 25 no sistema ATA), cinco boletins foram publicados.

Figura 14 – Divisão de seção da Coleção



FONTE: Coleção de Boletins Série 200 (2023).

Também, através da Figura 14, é possível perceber a existência de lacunas numéricas, notadamente exemplificadas pelas numerações ausentes BS 200-025-0002 e BS 200-025-0003. Tais ocorrências são frequentes quando o campo da engenharia reserva a numeração de boletins para indicar melhorias em desenvolvimento. O processo de divulgação dessas melhorias pode ser prolongado ou algumas delas

podem se mostrar impraticáveis, ocasionando, assim, as lacunas numéricas identificadas.

3.1.1.5 Datas de publicação e revisão

As informações referentes às datas de publicação e revisão dos boletins de serviço podem ser localizadas em diferentes seções dos documentos. O Índice de Boletins de Serviço, a Folha de Encaminhamento de Revisão e o rodapé de cada página do boletim são algumas das fontes onde essas informações podem ser encontradas. Especificamente, na Folha de Encaminhamento de Revisão, presente na página que precede cada boletim, as datas e revisões são apresentadas na Seção 6, conforme ilustrado na Figura 15.

Figura 15 – Sequência de revisões

6. SEQÜÊNCIA DE REVISÕES

Edição original:	06/01/2003
Revisão 01:	16/03/2004
Revisão 02:	28/04/2010

FONTE: Coleção de Boletins Série 200 (2023).

Além disso, ao final de cada página do boletim, são disponibilizadas informações sobre a data de emissão e revisão, juntamente com a numeração da última revisão emitida, de acordo com a Figura 16 exibida abaixo:

Figura 16 – Informações de revisão do rodapé

EMISSÃO: 06/01/03	B.S. : 200-000-0003
REVISÃO : 02 de 28/04/10	PÁG. : 1 de 4
DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS. PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE BOLETIM.	

FONTE: Coleção de Boletins Série 200 (2023).

3.1.1.6 Boletim de Serviço Alerta

Os boletins de alerta são primeiramente identificados por meio de sua numeração. Caso o último conjunto numérico contenha a letra "A", o boletim em referência

é categorizado como de caráter especial, demandando ação imediata devido ao seu impacto na segurança de voo.

Figura 17 – Numeração exclusiva nos boletins de alerta

▼ CAP. 076
BS 200-076-0001
BS 200-076-A002
BS 200-076-0004

FONTE: Coleção de Boletins Série 200 (2023).

Adicionalmente, constata-se que o Boletim de Serviço de Alerta é devidamente assinalado quanto ao seu tipo no cabeçalho da página inicial. Conforme ilustrado na Figura 18, o título apresentado é "BOLETIM DE SERVIÇO ALERTA".

Figura 18 – Cabeçalho do boletim de alerta

INDÚSTRIA AERONÁUTICA NEIVA S / A

Av. Alcides Cagliari 2281
Botucatu - SP - Brasil
CEP : 18608 - 900
Cx. Postal : 1011
Fone : (014) 821 2122
Fax : (014) 822 1285

**BOLETIM DE
SERVIÇO ALERTA**

COMANDOS DO MOTOR - INSPEÇÃO DOS TERMINAIS DOS BRACOS
DE COMANDO DO GOVERNADOR, MISTURA E POTÊNCIA

FONTE: Coleção de Boletins Série 200 (2023).

3.1.1.7 Filtragem por Capítulos

Os boletins de serviço na presente coleção são organizados em capítulos estratificados conforme o subsistema da aeronave, agrupando, dessa forma, os boletins que impactam cada subsistema específico. A numeração desses capítulos segue o padrão ATA 100, estabelecendo uma convenção padronizada para a identificação e classificação dos boletins em questão.

3.1.2 Boletim de Serviço Universal

Alguns boletins de serviço possuem alcance global, afetando todas as aeronaves fabricadas, sendo considerados universais pela Embraer. Para a Série 200, o Boletim Universal utilizado para registrar a contagem das aeronaves fabricadas de

cada modelo é o BS 200-057-0008, que trata da "Inspeção das asas quanto a trincas" e possui caráter repetitivo.

Por meio da análise da guia de cumprimento desse boletim, como exemplificado na Figura 19, torna-se possível calcular o número de aeronaves fabricadas para cada modelo, realizando a contagem dos números de série conforme indicado na efetividade do boletim

Figura 19 – Efetividade de um boletim

1.1 APLICAÇÃO

Aeronaves afetadas:

<u>MODELO</u>	<u>N/S</u>
EMB-200	"IPANEMA".....200001 a 200049
EMB-200A	"IPANEMA".....200050 a 200073
EMB-201	"IPANEMA".....200074 a 200276
EMB-201A	"IPANEMA".....200277 a 200661, 200663 a 200678
EMB-202	"IPANEMA".....200662, 200679 e seguintes
EMB-202A	"IPANEMA".....20001000 e seguintes

FONTE: Coleção de Boletins Série 200 (2023).

3.1.3 Sistema da Superintendência de Aeronavegabilidade

O Sistema fornecido pela Superintendência de Aeronavegabilidade da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), conhecido como SAR, desempenha um papel fundamental na manutenção contínua da aeronavegabilidade de distintos modelos de aeronaves em operação no território brasileiro.

Por meio desse sistema, é viável realizar a verificação de oficinas autorizadas para a execução de manutenções planejadas, bem como acessar a relação de Diretrizes de Aeronavegabilidade (DAs) associadas a um determinado modelo de aeronave. Adicionalmente, é possível efetuar buscas relativas às especificações técnicas e à lista de componentes principais referentes a um modelo específico, entre outras funcionalidades.

3.1.3.1 Lista de DAs vigentes

Através do SAR é possível consultar as Diretrizes de Aeronavegabilidade estratificadas por fabricante/modelo, conforme exibido na Figura 20.

Figura 20 – Página de busca de Diretrizes de Aeronavegabilidade por modelo

The screenshot shows the ANAC SAR system interface. At the top, there is a navigation bar with 'Acesso à Informação' and 'BRASIL'. The ANAC logo and 'AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL' are on the left. The main content area is titled 'Diretrizes de Aeronavegabilidade Brasileiras (DA)'. It includes a search bar labeled 'Pesquisa de DA Brasileira' with an 'Ok' button. Below the search bar, there is a note: 'Obs: A informação é pesquisada nos seguintes campos: Número da DA, Fabricante e Assunto. Ela será pesquisada exatamente como for digitada.' There are three filter options: 'Listadas por Fabricante / Modelo: Fabricantes', 'Listadas por Número de Diretriz: » Selecione uma opção «', and 'Listadas por Número de Emenda: » Selecione uma opção «'. A section titled 'Acesso Rápido' lists: 'DA de Emergência Brasileira emitidas / revisadas nas últimas 2 semanas', 'DA Brasileiras emitidas / revisadas nas últimas 2 semanas', and 'DA Brasileira Quinzenal'. At the bottom, there is an 'Obs:' section stating: 'Todas as listagens são classificadas por Data de Efetividade decrescente e Número de Diretriz.' and a note: 'A ANAC mantém listas de e-mails para a distribuição de Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA), Notificações de Proposta de Regra (NPR/DA) e Boletins Especiais de Aeronavegabilidade (BEA) emitidos pela ANAC. Para solicitar a inclusão nestas listas de distribuição é necessário enviar um e-mail para ad.brazil@anac.gov.br, indicando o produto aeronáutico de interesse.'

FONTE: ANAC (2023).

Utilizando o sistema, ao conduzirmos uma consulta abrangendo todas as Diretrizes Brasileiras relacionadas à série 200 do Ipanema da Embraer, foi possível identificar um total de 39 diretrizes brasileiras englobando uma variedade de ações destinadas a essa série.

No entanto, é importante destacar que o Sistema SAR se restringe a abranger apenas as diretrizes de aeronavegabilidade de origem brasileira. Para efeito deste trabalho, as diretrizes norte-americanas foram excluídas dessa análise. Tal decisão se fundamenta na possibilidade de que as instruções técnicas pertinentes possam estar incorporadas ao Manual de Serviço das aeronaves, o qual poderia ser coberto por uma publicação nacional de natureza privada.

No intuito de estabelecer a relação entre as Diretrizes de Aeronavegabilidade (DAs) que serviram como base para a criação de Boletins de Serviço (BS), além da análise individual de cada arquivo, foram examinadas as orientações presentes na lista de índices da Coleção BI-BS 200.

Essa compilação está apresentada na Figura 21, excluindo aquelas que foram posteriormente canceladas.

Figura 21 – Lista de diretrizes para modelos selecionados

Superintendência de Aeronavegabilidade - BRASIL
Diretrizes de Aeronavegabilidade Brasileiras
EMBRAER S.A. - UNIDADE SJK (EMB-200, EMB-200A, EMB-201, EMB-201A, EMB-202, EMB-202A, EMB-203)
Listagem emitida em 27 ago. 2023

Diretriz	Emd	Efetividade	Assunto	Ação
77-04-01R1	390	10 jan. 1985	PORTAS DA CABINE DE PILOTAGEM	FINAL
77-06-01	55	03 jun. 1977	SISTEMA DE GERAÇÃO DC	FINAL
77-06-03	57	07 jun. 1977	BOMBAS DE COMBUSTÍVEL	FINAL
77-07-03	63	19 jul. 1977	BÓIA DO SUSPIRO DO TANQUE DE COMBUSTÍVEL	FINAL
77-09-01	71	02 set. 1977	PLACA NA TAMPA TANQUES COMBUSTÍVEL	FINAL
77-12-01	81	06 dez. 1977	CABLAGEM DO ALTERNADOR	FINAL
77-12-03	83	20 dez. 1977	PLACA PAINEL DE INSTRUMENTO	FINAL
78-01-01	84	10 jan. 1978	FIXAÇÃO ENPENAGEM HORIZONTAL	FINAL
78-10-06R1	1294	02 abr. 2010	VÁLVULA SELETORA SISTEMA DE COMBUSTÍVEL	FINAL
79-08-06	155	17 ago. 1979	MAGNETOS	FINAL
80-07-06	187	25 jul. 1980	SISTEMA ELÉTRICO	FINAL
80-11-01	206	05 nov. 1980	BUCHAS DOS CABOS COMANDO LEME DIREÇÃO	REPETITIVA
80-12-01	210	10 dez. 1980	MAGNETOS	FINAL
81-01-01	214	07 jan. 1981	BOMBA DE COMBUSTÍVEL DO MOTOR	FINAL
81-06-01	232	04 jun. 1981	DIAFRAGMA DE COMBUSTÍVEL	FINAL
81-10-05R2	346	28 jul. 1983	ACLOPAMENTO DE IMPULSO DO MAGNETO	REPETITIVA
82-05-04	278	27 mai. 1982	PONTE DE METALIZAÇÃO DO PROFUNDOR	FINAL
82-07-02	284	06 jul. 1982	PAREDE DE FOGO	FINAL
83-01-01R1	391	29 jan. 1985	MAGNETOS	REPETITIVA / FINAL
83-09-02R1	369	23 fev. 1984	TANQUE DE COMBUSTÍVEL	FINAL
83-11-02	361	30 nov. 1983	UNIDADE INJETORA	FINAL
85-02-01	395	11 fev. 1985	BÚSSOLAS	FINAL
85-04-01R1	765	21 ago. 1996	ENTRADA DE AR DO MOTOR	FINAL
85-06-01	399	28 jun. 1985	MANCHE	FINAL
86-04-01R1	454	14 nov. 1986	LIQUIDÔMETRO	REPETITIVA
89-05-02	614	11 mai. 1989	CHAVE DE IGNIÇÃO E PARTIDA	FINAL
90-11-04	658	26 nov. 1990	FLANGE FIXAÇÃO BOMBA HIDRÁULICA	FINAL
96-04-01	759	19 abr. 1996	BERÇO DO MOTOR	FINAL
2002-01-02	933	06 fev. 2002	ALARME DE ESTOL / CHST	FINAL
2006-01-02	1113	20 fev. 2006	IDENTIFICAÇÃO DAS BOMBAS ELÉTRICAS DE COMBUSTÍVEL	FINAL
2008-04-01	1232	30 abr. 2008	SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL	REPETITIVA
E2009-05-01	1271	21 mai. 2009	LIQUIDÔMETRO MECÂNICO	FINAL
E2010-09-01	1317	29 set. 2010	COMPENSADOR DO PROFUNDOR	FINAL
2012-12-01	1365	10 dez. 2012	CONEXÕES DA VÁLVULA SOLENOIDE DO SISTEMA DE PARTIDA A FRIO	FINAL
E2013-02-01	1369	21 fev. 2013	(CANCELADA PELA DA 2013-05-02 'LONGARINA DA SEMIASA')	FINAL
2013-05-02	1372	27 mai. 2013	(CANCELADA PELA DA 2013-12-01 'INSPEÇÃO DETALHADA DAS S...')	FINAL
2013-12-01	1377	19 dez. 2013	INSPEÇÃO DETALHADA DAS SEMI-ASAS	FINAL
2018-02-01	1428	26 fev. 2018	INSPEÇÃO DA DERIVA	REPETITIVA / FINAL
2020-06-01R2	1524	13 jun. 2023	LONGARINAS DIANTEIRAS DAS SEMI ASAS DO AVIÃO	REPETITIVA / FINAL
2021-08-02	1482	31 ago. 2021	REMOÇÃO E RE-APLICAÇÃO DE TORQUE NO FILTRO DE COMBUSTÍVEL	FINAL
2023-05-01	1519	13 jun. 2023	LONGARINAS DIANTEIRAS DAS SEMI-ASAS	REPETITIVA / FINAL

FONTE: ANAC (2023).

Para realizar a segmentação precisa dos dados e estabelecer a ligação entre uma diretriz de aeronavegabilidade e o respectivo boletim associado, assim como ao modelo de aeronave afetado, procedeu-se à análise individual de cada diretriz presente na listagem disponibilizada pela ANAC. Conforme ilustrado na Figura 22 a seguir, na seção de aplicabilidade presente em cada documento textual da ANAC, é identificado o modelo de aeronave para o qual o cumprimento obrigatório dessa Diretriz de Aeronavegabilidade é necessário a fim de garantir a conformidade com as normas de operação.

Figura 22 – Lista de efetividade da Diretriz de Aeronavegabilidade

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - BRASIL
DIRETRIZ DE AERONAVEGABILIDADE

DA N° 2020-06-01R2

Data de Efetividade: 13 jun. 2023

Esta Diretriz de Aeronavegabilidade (DA), emitida pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) com base no Capítulo IV do Título III do Código Brasileiro de Aeronáutica - Lei N° 7.565 de 19 de dezembro de 1986 - e no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 39, aplica-se a todas as aeronaves registradas no País. Nenhuma aeronave à qual se aplica esta DA pode ser operada exceto após o cumprimento da mesma dentro dos prazos nela estabelecidos.

DA N° 2020-06-01R2 - EMBRAER / 39-1524.

APLICABILIDADE:

(a) Esta Diretriz de Aeronavegabilidade (DA) aplica-se aos seguintes aviões Embraer modelos **EMB-203 “Ipanema”**:

Grupo I: Identificados no Boletim de Serviço Embraer N° 200-057-0011, revisão original, datado de 26 de setembro de 2019, **com os Números de Série (N/S) 20001370 ao 20001412.**

Grupo II: Adicionados na revisão 1, do Boletim de Serviço Embraer N° 200-057-0011, datado de 11 de dezembro de 2020, com **N/S 20001369 e N/S 20001413 a 20001427.**

FONTE: Agência Nacional de Aviação Civil (2023).

É importante observar que uma diretriz de aeronavegabilidade não obrigatoriamente demanda associação com um Boletim de Serviço emitido pela fabricante. No entanto, conforme ilustrado na Figura 23, no caso em que ocorre essa vinculação, o boletim é apontado como o documento primário para orientar a instrução que visa à regularização da aeronave, garantindo sua operação em condições seguras.

Figura 23 – Menção ao BS na Diretriz de Aeronavegabilidade

(b) Inspeção inicial e repetitiva dos furos de 1/2 polegada das longarinas da semi-asa direita e esquerda do avião.

(1) **Execute uma inspeção detalhada (Detailed Inspection-DET)** utilizando-se uma lanterna e uma lente de aumento com magnitude mínima de 10X, nos furos de 1/2 polegada das longarinas das semi-asa direita e esquerda do avião quanto a corrosão, moissas e trincas; **conforme os procedimentos e especificações detalhados no Boletim de Serviço Embraer N° 200-057-0011**, revisão 03, datado de 31 de maio de 2023, ou revisões posteriores aprovadas pela ANAC.


FONTE: Agência Nacional de Aviação Civil (2023).

Por meio da análise individual dos arquivos, houve a consolidação das informações, as quais foram subsequentemente categorizadas por intermédio de uma planilha do Excel. Essa abordagem será devidamente explorada na Seção 3.2 deste documento.

3.1.3.2 Especificações de Tipo

A Especificação de Tipo Nº EA-7104-14 de 31 de maio de 2023 forneceu dados suplementares referentes a modelo do motor e de hélice de cada aeronave, que foram levadas para a planilha. Na Figura 24 é apresentada a página inicial da Especificação de Tipo.

Figura 24 – Página da Especificação de Tipo EA-7104 do Ipanema



ANAC
AGÊNCIA NACIONAL
DE AVIAÇÃO CIVIL

ESPECIFICAÇÃO DE TIPO Nº EA-7104

Detentor do Certificado de Tipo:

EMBRAER S.A.
Av. Brig. Faria Lima, 2170 - Jardim Aeroporto
12227-901 São José dos Campos - SP
BRASIL

EA-7104-14
Folha 01
EMBRAER
EMB-200, EMB-200A,
EMB-201, EMB-201A,
EMB-202, EMB-202A,
EMB-203.

31 de maio de 2023

Esta especificação, que faz parte do CT Nº 7104, prescreve condições e limitações sob as quais o produto, para o qual o CT foi emitido, satisfaz os requisitos de aeronavegabilidade contidos nos Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil.

Modelos EMB-200 Ipanema, EMB-200A Ipanema e EMB-201 Ipanema

I – EMB-200 (Categoria Normal), certificado em dezembro de 1971.
II – EMB-200A (Categoria Normal), certificado em dezembro de 1973. (Ver Nota 4)
III – EMB-201 (Categoria Normal e Restrita), certificado em setembro de 1974. (Ver Nota 4)

MOTOR

	EMB-200	EMB-200A	EMB-201
	1 Lycoming O-540-H2B5D (Veja EM 8208)	1 Lycoming O-540-H1B5D (Veja EM 8208)	1 Lycoming IO-540-K1F5D (Veja EM 8209), 1 Lycoming IO-540-K1J5D (Veja EM 8209), ou 1 Lycoming IO-540-K1J5 (Veja EM 8209), pós BS 200-071-0013.

LIMITES DO MOTOR

	EMB-200	EMB-200A	EMB-201
Potência máxima contínua (nível do mar)	260 bhp a 2700 rpm	260 bhp a 2700 rpm	300 hp a 2700 rpm

FONTE: Agência Nacional de Aviação Civil (2023).

Por fim, para completar a planilha, em razão da adesão de uma nova política de divulgação de informações técnicas da Embraer, consultou-se Boletins de Serviço dos fabricantes das peças nos sites dos próprios fabricantes, que em sua documentação, divulga apenas a marca da peça e o número do boletim de serviço.

3.2 MONTAGEM DA BASE DE DADOS EM EXCEL

Na etapa inicial, os dados brutos provenientes dos boletins de serviço e das diretrizes de aeronavegabilidade são coletados e processados. Posteriormente, uma tabela dinâmica é criada a partir desses dados adquiridos. Durante o período examinado, foram consultadas informações referentes a 243 boletins de serviço, relativos a todas as aeronaves fabricadas da série 200 da Embraer até março de 2023, totalizando mais de 4000 campos preenchidos da planilha.

As colunas foram segmentadas de acordo com: Capítulo, Assunto, Boletim de Serviço, Título do Boletim, Número de Revisão, Vigência do Boletim, Cumprimento do Boletim, Data de Emissão, Alerta, Diretriz de Aeronavegabilidade, Ação da Diretriz de Aeronavegabilidade, Modelos de Aeronave Afetados e a Quantidade de Homem-Hora para a aplicação de cada Boletim e DA.

Cada linha da planilha corresponde a um boletim individual. Para cada categoria nas colunas, as entradas são preenchidas de acordo com suas respectivas especificações. Se um boletim afeta um modelo de aeronave específico, a entrada correspondente é preenchida com "SIM" ou "NÃO".

O mesmo procedimento é adotado para boletins de serviço relacionados a alertas. Nem todas as entradas na coluna de Diretriz de Aeronavegabilidade estão completas, já que alguns boletins não possuem relação com essa categoria. Contudo, para os que possuem tal relação, números de DAs são inseridos nas entradas correspondentes. De maneira análoga, a coluna de ações da DA somente é preenchida se o boletim estiver vinculado a uma Diretriz de Aeronavegabilidade.

Para organizar e analisar as informações de forma mais eficiente foi empregado o uso de tabelas dinâmicas permitindo filtrar, agrupar e visualizar informações de maneira dinâmica, facilitando a identificação de padrões, tendências e a criação de gráficos.

Após a primeira estratificação, notou-se a necessidade de uma nova verificação para assegurar uma padronização precisa na base de dados. Algumas lacunas na coluna de homem-hora não puderam ser preenchidas em razão da não disponibilidade destes dados em todos os boletins.

Concluída a verificação e agrupamento das informações, procedeu-se à criação de tabelas simplificadas a partir da planilha elaborada previamente. Cada agrupamento das tabelas dinâmicas teve como ponto inicial uma abordagem específica. A maior parte delas começou pela segmentação de acordo com o modelo de aeronave

em análise. Além disso, outras análises foram iniciadas a partir da incidência por tópico, das Diretrizes de Aeronavegabilidade, dos tipos de cumprimento para cada ação e da quantidade de Homem-Hora.

Foram executados os ajustes necessários para preparar os gráficos correspondentes. A Figura 25 ilustra um desses agrupamentos.

Figura 25 – Uso de tabelas dinâmicas baseadas na coleção BI-BS

EMB-200	SIM		Revisão	0	
Revisão	0		EMB-200A	SIM	
Rótulos de Linha	Contagem de B.S.		Rótulos de Linha	Contagem de B.S.	
ESCAPAMENTO	1,0%		ESCAPAMENTO	1,01%	
SISTEMAS DE INDICAÇÃO E REGISTRO	1,0%		AR	1,01%	
CONTROLES DO MOTOR	1,0%		CONTROLES DO MOTOR	1,01%	
NAVEGAÇÃO	1,0%		NAVEGAÇÃO	1,01%	
AR	1,0%		JANELAS	1,01%	
COMUNICAÇÕES	1,0%		COMUNICAÇÕES	2,02%	
JANELAS	1,0%		PORTAS	2,02%	
ENERGIA HIDRÁULICA	1,9%		ENERGIA HIDRÁULICA	2,02%	
PORTAS	1,9%		GRUPO MOTOPROPULSOR	2,02%	
ÓLEO	1,9%		ÓLEO	2,02%	
ESTABILIZADORES	2,9%		ESTABILIZADORES	3,03%	
HÉLICES	2,9%		COMBUSTÍVEL DO MOTOR E CONTROLE	3,03%	
GRUPO MOTOPROPULSOR	2,9%		LETREIROS E MARCAÇÕES	4,04%	
COMANDOS DE VÔO	3,8%		COMANDOS DE VÔO	4,04%	
COMBUSTÍVEL DO MOTOR E CONTROLE	3,8%		EQUIPAMENTOS	4,04%	
LETREIROS E MARCAÇÕES	3,8%		ASAS	5,05%	
COMBUSTÍVEL	4,8%		HÉLICES	5,05%	
EQUIPAMENTOS	4,8%		COMBUSTÍVEL	5,05%	
ASAS	5,7%		MOTOR	6,06%	
FUSELAGEM	6,7%		FUSELAGEM	6,06%	
MOTOR	6,7%		ENERGIA ELÉTRICA	7,07%	
ENERGIA ELÉTRICA	6,7%		TREM DE POUSO	8,08%	
TREM DE POUSO	8,6%		IGNIÇÃO	9,09%	
IGNIÇÃO	9,5%		SISTEMA AGRÍCOLA	15,15%	
SISTEMA AGRÍCOLA	14,3%		Total Geral	100,00%	
Total Geral	100,00%				

FONTE: Acervo pessoal (2023).

3.3 GERAÇÃO DE DADOS ESTRATIFICADOS

Para a estratificação dos dados na análise, foram utilizadas tabelas dinâmicas a partir de nossa base de dados. Essas tabelas foram criteriosamente filtradas e organizadas para fornecer informações precisas, sendo atualizadas em tempo real conforme as modificações eram feitas. As tabelas dinâmicas, ferramentas poderosas no Excel, são fundamentais para analisar grandes conjuntos de informações. Elas permitem a reorganização, resumo e visualização de dados em formato tabular interativo, facilitando a identificação de padrões e tendências. Além disso, possibilitam o agrupamento, filtro e cálculos automáticos, tornando a análise de dados mais eficiente.

Um exemplo rotineiro de aplicação das tabelas dinâmicas foi a obtenção do total de boletins estratificados por assunto. Para isso, empregou-se uma tabela dinâmica na qual as linhas foram definidas com os diferentes assuntos, os valores dessas linhas correspondiam à contagem de boletins associados a cada assunto, e, como filtro, foram selecionados apenas os boletins de revisão zero.

Adicionalmente, utilizou-se a Análise de Pareto como uma estratégia para identificar e concentrar nossos esforços nos dados que possuem um impacto mais significativo. A utilização do gráfico de Pareto oferece uma representação visual eficaz para evidenciar as questões que resultaram na emissão de boletins, direcionando, dessa forma, nosso foco para os grupos que foram mais frequentemente abordados nesses boletins.

4 ANÁLISE

Nesta seção, analisou-se detalhadamente os Boletins de Serviço do IPA-NEMA, com o objetivo de avaliar a rotina da indústria aeronáutica em gerenciar a segurança de seus produtos. Além disso, explorou-se como esses boletins contribuem para o processo contínuo de aprimoramento dos documentos técnicos, procedimentos de operação e manutenção, bem como do próprio produto em questão.

4.1 VISÃO GLOBAL DOS BOLETINS EMITIDOS

Com base no documento fornecido pela EMBRAER, que foi revisado até a data de início do desenvolvimento deste trabalho em 06/03/2023, foram identificados um total de 233 boletins de serviço emitidos. Esses boletins passaram por uma análise ampla seguindo os seguintes parâmetros.

1. **Data:** Cada boletim de serviço possui uma data de emissão, que fornece informações essenciais sobre o período em que foi publicado. Através da análise das datas, é possível compreender a sequência temporal dos boletins e sua relevância em relação a eventos e atualizações.
2. **Assunto:** Cada boletim de serviço aborda um tema específico relacionado à manutenção e operação das aeronaves. Foi realizada uma análise dos diferentes assuntos abordados nos boletins, permitindo identificar as áreas de maior importância e atenção para a segurança aeronáutica.
3. **Tipo de cumprimento:** Os boletins de serviço podem exigir diferentes tipos de ações e medidas para cumprir as diretrizes estabelecidas. Foi feita uma análise dos tipos de cumprimento necessários em cada boletim, visando compreender a natureza das ações requeridas.
4. **Diretrizes de aeronavegabilidade vinculadas:** Os boletins de serviço estão geralmente relacionados a diretrizes de aeronavegabilidade emitidas pelas autoridades competentes. Foram investigadas as diretrizes específicas mencionadas em cada boletim, estabelecendo a relação entre essas diretrizes e as ações requeridas.

5. **Tipo de ação:** Além do cumprimento das diretrizes, os boletins de serviço podem envolver diferentes tipos de ações, como inspeções, substituições, atualizações ou modificações. Foi realizada uma análise dos tipos de ação prescritos em cada boletim, buscando compreender suas implicações na manutenção das aeronaves.
6. **Quantidade de homens hora necessários:** Os boletins de serviço fornecem informações sobre a quantidade estimada de trabalho necessária para cumprir as ações requeridas. Foi investigada a quantidade de homens hora estimada para cada boletim, compreendendo os recursos humanos necessários para a execução das tarefas especificadas.

Através dessa análise, foi possível obter uma visão consolidada do histórico das publicações técnicas de manutenção do IPANEMA, proporcionando uma compreensão mais profunda do panorama de manutenção dessa série que conquistou popularidade ao longo dos anos no ramo agrícola do Brasil. Essa realidade exerce uma influência direta na decisão do consumidor ao selecionar a aeronave agrícola ideal para sua operação.

4.2 NÚMERO DE BOLETINS POR MODELO DE AERONAVE

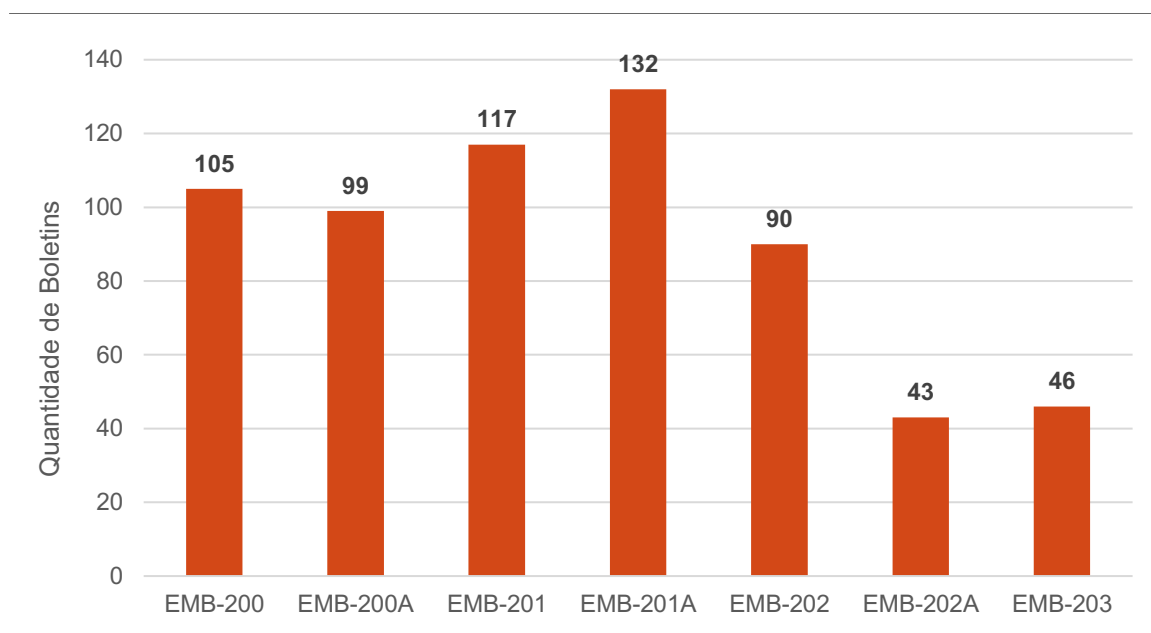
Analisando os 233 boletins de serviço emitidos para as aeronaves da EMBRAER Série 200, é possível fazer uma tabela que mostra quantos boletins afetam cada modelo de aeronave, independentemente do assunto. As informações necessárias podem ser encontradas na Tabela 2.

Tabela 2 - BS relacionados ao modelo de aeronave

MODELO DE AERONAVE	QUANTIDADE DE BS
EMB-200	105
EMB-200A	99
EMB-201	117
EMB-201A	132
EMB-202	90
EMB-202A	43
EMB-203	46

A partir das informações disponíveis na Tabela 1, foi criado um gráfico e avaliado o comportamento do número de boletins por modelo.

Figura 26 – Número de Boletins por Modelo de Aeronave



FONTE: Acervo pessoal (2023).

A Figura 26 mostra que novas aeronaves possuem menos boletins devido ao tempo de operação da frota. Entretanto, mesmo sendo um modelo mais recente que o EMB-200, o EMB-201 apresenta maior número de boletins, demonstrando que o tempo desde o lançamento do modelo no mercado não é o único fator influente nesse requisito.

4.2.1 Índice Ponderado de Impacto da Frota no Número de Boletins por Modelo

A série de aeronaves Ipanema atualmente é homologada exclusivamente para operação em território nacional. Com base nas informações obtidas no Boletim de serviço universal, foi possível determinar o número total de aeronaves fabricadas e realizar uma separação desse total por modelo de aeronave, como indicado na Tabela 3.

Tabela 3 - Aeronaves fabricadas por modelo

MODELO	AERONAVES FABRICADAS
EMB-200	49
EMB-200A	24
EMB-201	203
EMB-201A	401
EMB-202	406
EMB-202A	278
EMB-203	237

Através da Tabela 3, percebemos que as maiores frotas de aeronaves Ipanema em operação são aquelas dos modelos EMB-201A e EMB-202, sendo o EMB-201A sendo operado desde 1977, consolidado no mercado há 45 anos.

A fim de determinar o impacto da frota na emissão de boletins de serviço para um modelo específico, determinou-se o peso de cada modelo com base em sua porcentagem no mercado, conforme mostrado na Tabela 2. Até a data da consulta, foram fabricadas 1598 aeronaves. O Índice de Impacto da Frota (IDIF) pode ser calculado através da Equação 1:

$$IDIF = B_m * N_m \quad (1)$$

Onde:

B_m é o número de boletins mandatórios e recomendados que afetam o modelo de aeronave;

N_m é o número de aeronaves fabricadas do determinado modelo;

Com base na Equação 1 e nos índices calculados, determinou-se os valores do IDIF para cada modelo, os quais estão apresentados na seguinte Tabela 4:

Tabela 4 - Índice de Impacto da Frota por Modelo

MODELO	IDIF
EMB-200	3577
EMB-200A	1608
EMB-201	16240
EMB-201A	31679
EMB-202	20995
EMB-202A	12144
EMB-203	9243

O IDIF determina quantos boletins afetam cada aeronave, considerando como relação primordial o tamanho da frota de cada modelo. É possível perceber que o EMB-201A foi o mais impactado, visto que possui um IDIF de 31679, representando que o modelo precisa do maior número de cumprimento de boletins para melhor eficiência e segurança operacional da aeronave.

4.3 INCIDÊNCIA DE BOLETINS POR ASSUNTO

Ao analisar os 328 boletins de serviço pertinentes a todos os modelos da aeronave Embraer Série 200, notou-se a viabilidade de estruturar uma tabela a fim de categorizar os valores com base na quantidade de boletins estratificados por capítulo.

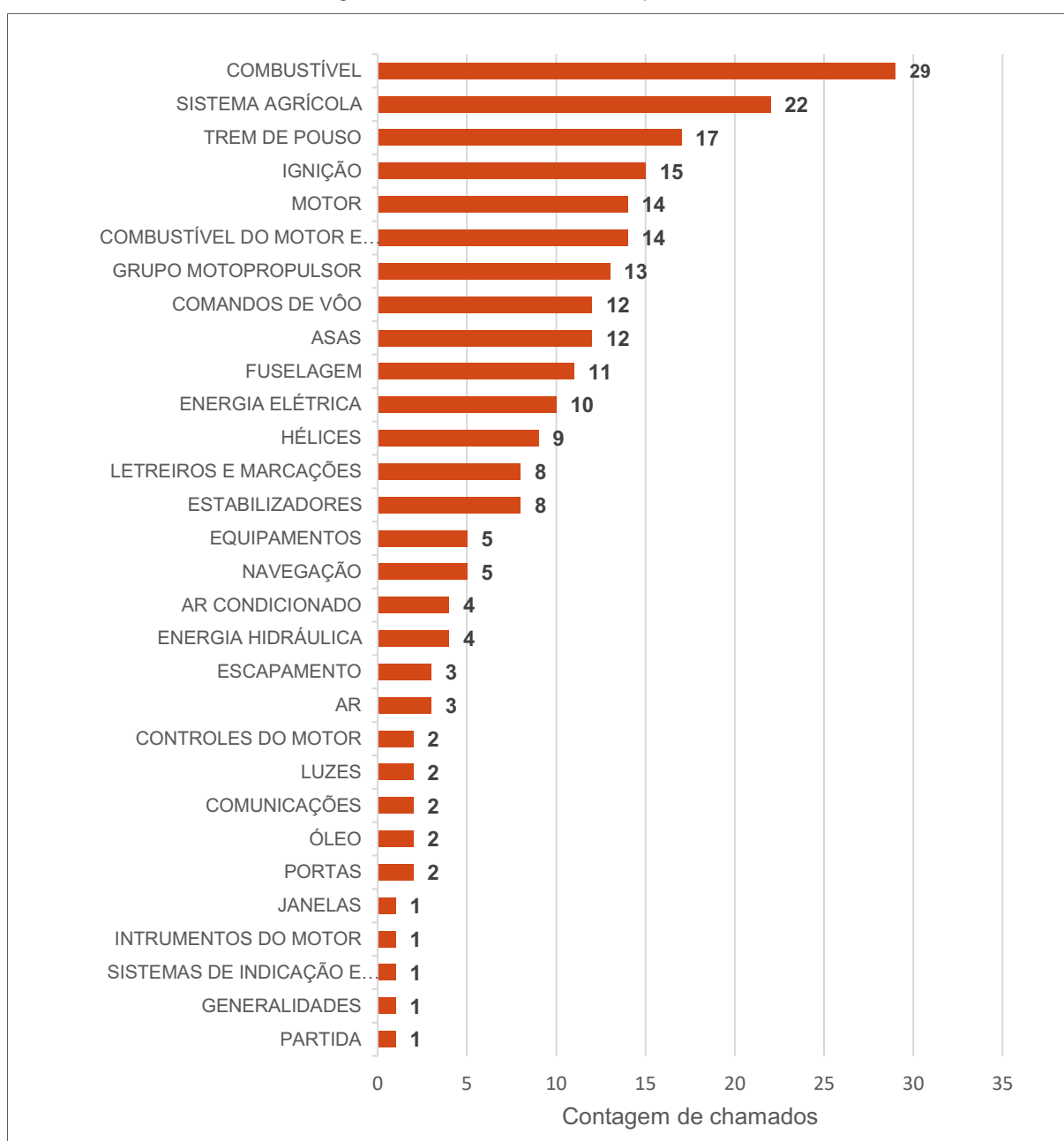
A Tabela 5 apresenta essas categorizações, acompanhadas de suas respectivas porcentagens.

Tabela 5 – Número de BS por assunto

CAPÍTULO	QUANTIDADE	PORCENTAGEM (%)
COMBUSTÍVEL	29	12,4
SISTEMA AGRÍCOLA	22	9,4
TREM DE POUSO	17	7,3
IGNIÇÃO	15	6,4
MOTOR	14	6,0
COMBUSTÍVEL DO MOTOR E CONTROLE	14	6,0
GRUPO MOTOPROPULSOR	13	5,6
COMANDOS DE VÔO	12	5,2
ASAS	12	5,2
FUSELAGEM	11	4,7
ENERGIA ELÉTRICA	10	4,3
HÉLICES	9	3,9
LETREIROS E MARCAÇÕES	8	3,4
ESTABILIZADORES	8	3,4
NAVEGAÇÃO	5	2,1
EQUIPAMENTOS	5	2,1
AR-CONDICIONADO	4	1,7
ENERGIA HIDRÁULICA	4	1,7
AR	3	1,3
ESCAPAMENTO	3	1,3
CONTROLES DO MOTOR	2	0,9
LUZES	2	0,9
COMUNICAÇÕES	2	0,9
ÓLEO	2	0,9
PORTAS	2	0,9
INTRUMENTOS DO MOTOR	1	0,4
SISTEMAS DE INDICAÇÃO E REGISTRO	1	0,4
PARTIDA	1	0,4
GENERALIDADES	1	0,4
JANELAS	1	0,4

Com o objetivo de realizar uma análise para identificar e priorizar os problemas mais significativos relacionados à emissão de boletins, englobando os principais contribuintes que representam 20-80% do total, foi criado um gráfico de Pareto. A Figura 27 visualiza essas informações de forma clara e concisa.

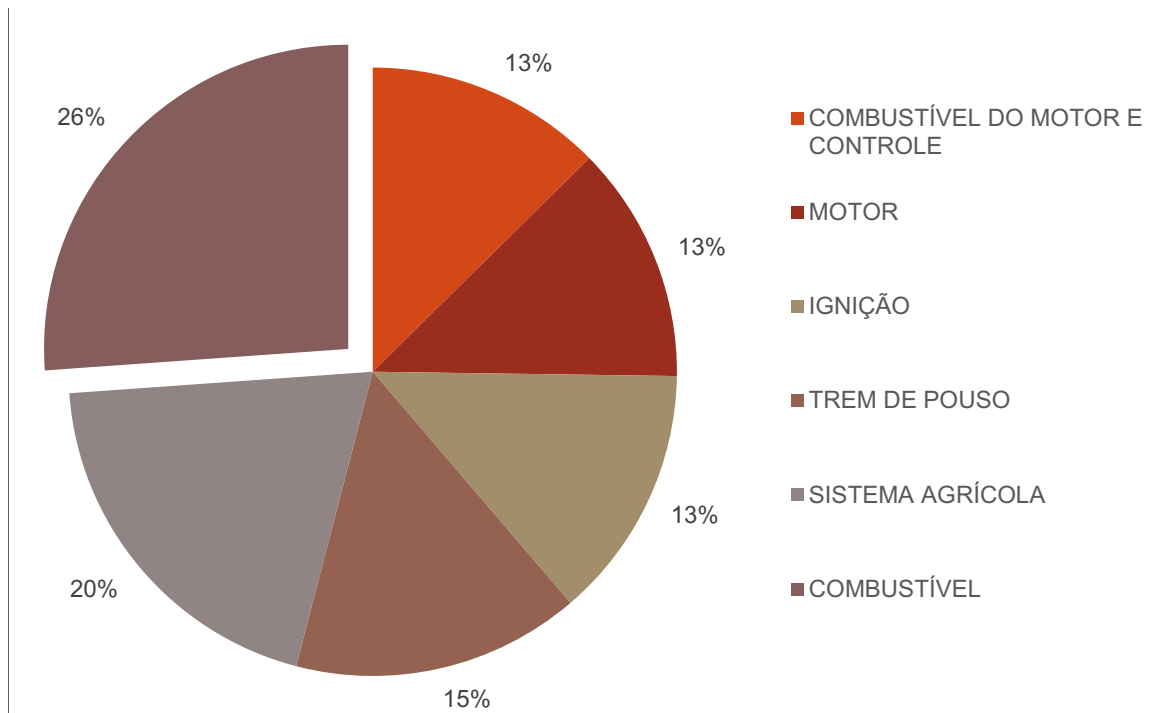
Figura 27 – Pareto de Boletins por assunto



FONTE: Acervo pessoal (2023).

Através da análise da Figura 27, observou-se que todos os boletins estão rigidamente categorizados dentro dos 30 capítulos do sistema ATA. De forma a avaliar os capítulos que enquadram os 20% significativos, realizamos uma análise segregada dos 6 capítulos mais presentes dentro da coleção de Boletins, conforme exibido na Figura 28.

Figura 28 – Análise dos capítulos mais significativos



FONTE: Acervo pessoal (2023).

Com base na figura acima, os dois sistemas mais modificados ao longo da longevidade do projeto foram:

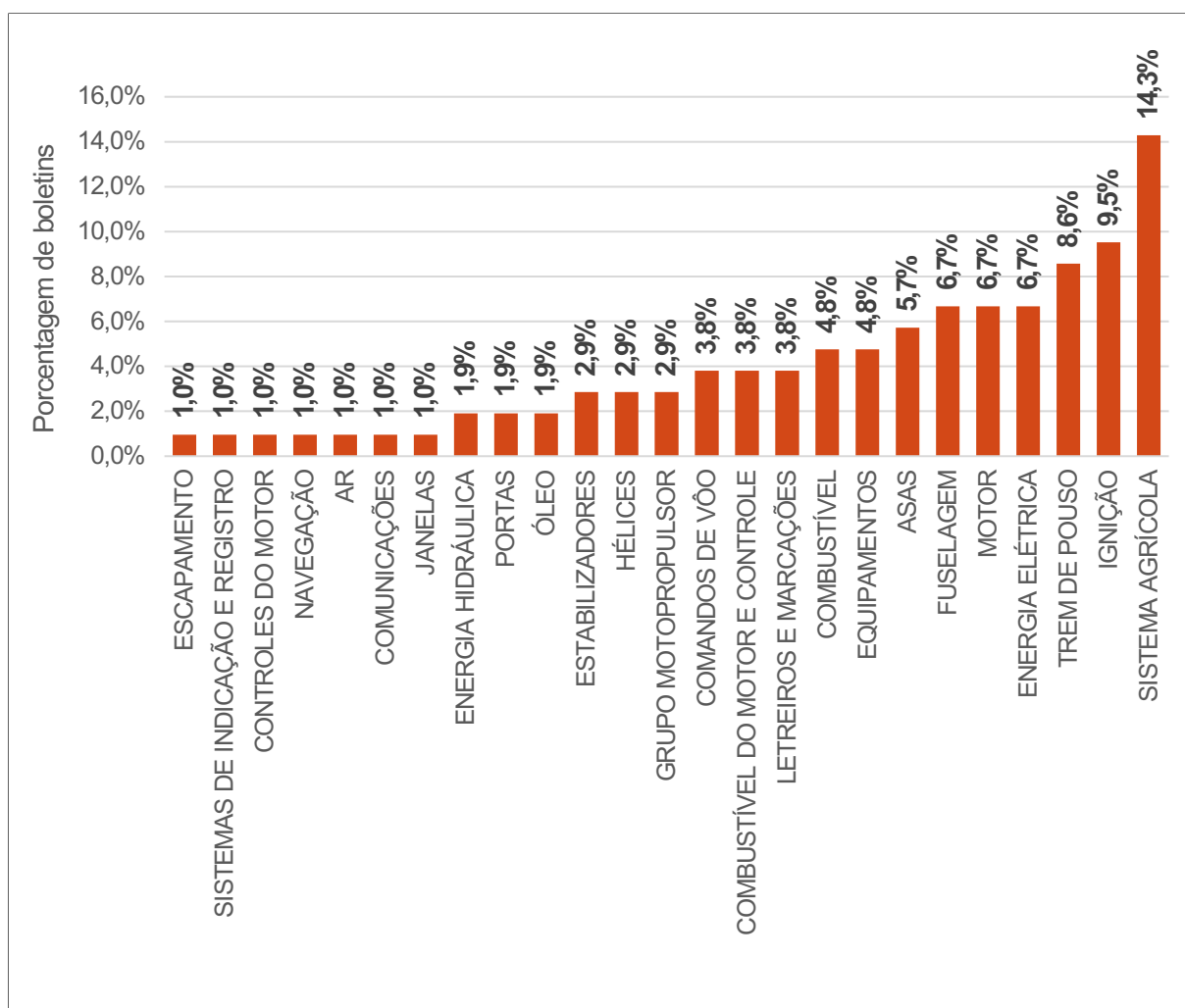
1. Sistema de Combustível, com 26%;
2. Sistema Agrícola, com 20%.

4.4 BOLETINS ESTRATIFICADOS POR MODELO E ASSUNTO

Por meio da base de dados formulada, foi realizada uma estratificação para cada modelo das aeronaves EMBRAER Série 200, a fim de obter a quantidade de boletins por assunto. Por meio dessa análise, tornou-se possível determinar qual sistema da aeronave apresentou mais condições que demandaram correções ou ofereceram mais oportunidades para aprimoramentos no projeto.

Para o EMB-200, a distribuição dos 105 boletins de serviço emitidos para esse modelo pode ser visualizada de acordo com o gráfico apresentado na Figura 29.

Figura 29 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-200 por assunto

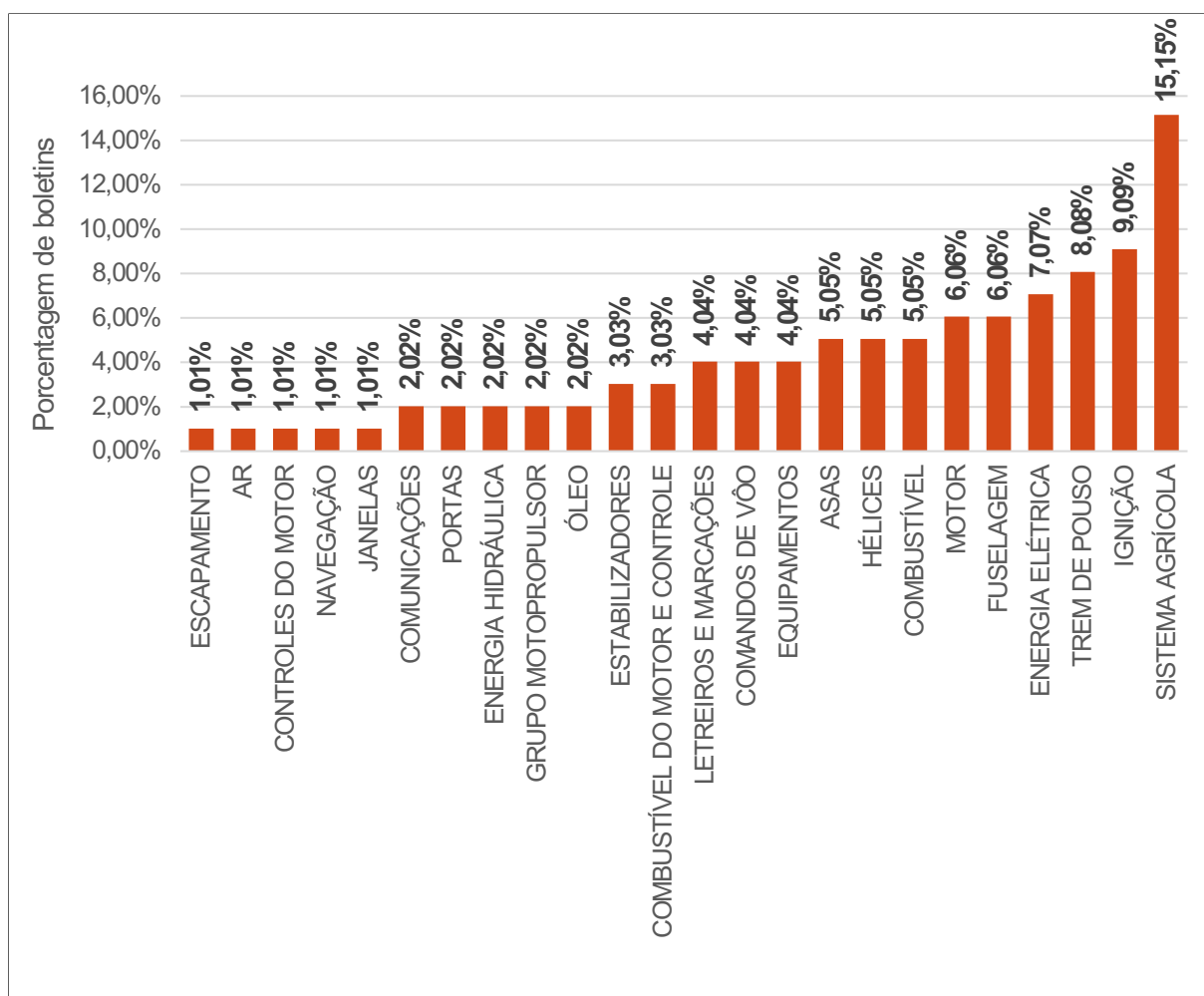


FONTE: Acervo pessoal.

Através da análise estatística realizada, constatou-se que o Sistema Agrícola representou aproximadamente 14,3% do total de boletins de serviço do EMB-200, estabelecendo-se como o sistema de maior relevância em termos de quantidade de boletins emitidos. Em seguida, identificou-se que o sistema de ignição contribuiu com 9,5% dos boletins, seguido pelo sistema de trem de pouso, que apresentou a maior incidência de emissões de boletins.

Para o modelo EMB-200A, observamos que foram emitidos um total de 99 boletins de serviço específicos, e essa distribuição pode ser visualizada por meio do gráfico apresentado na Figura 30.

Figura 30 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-200A por assunto

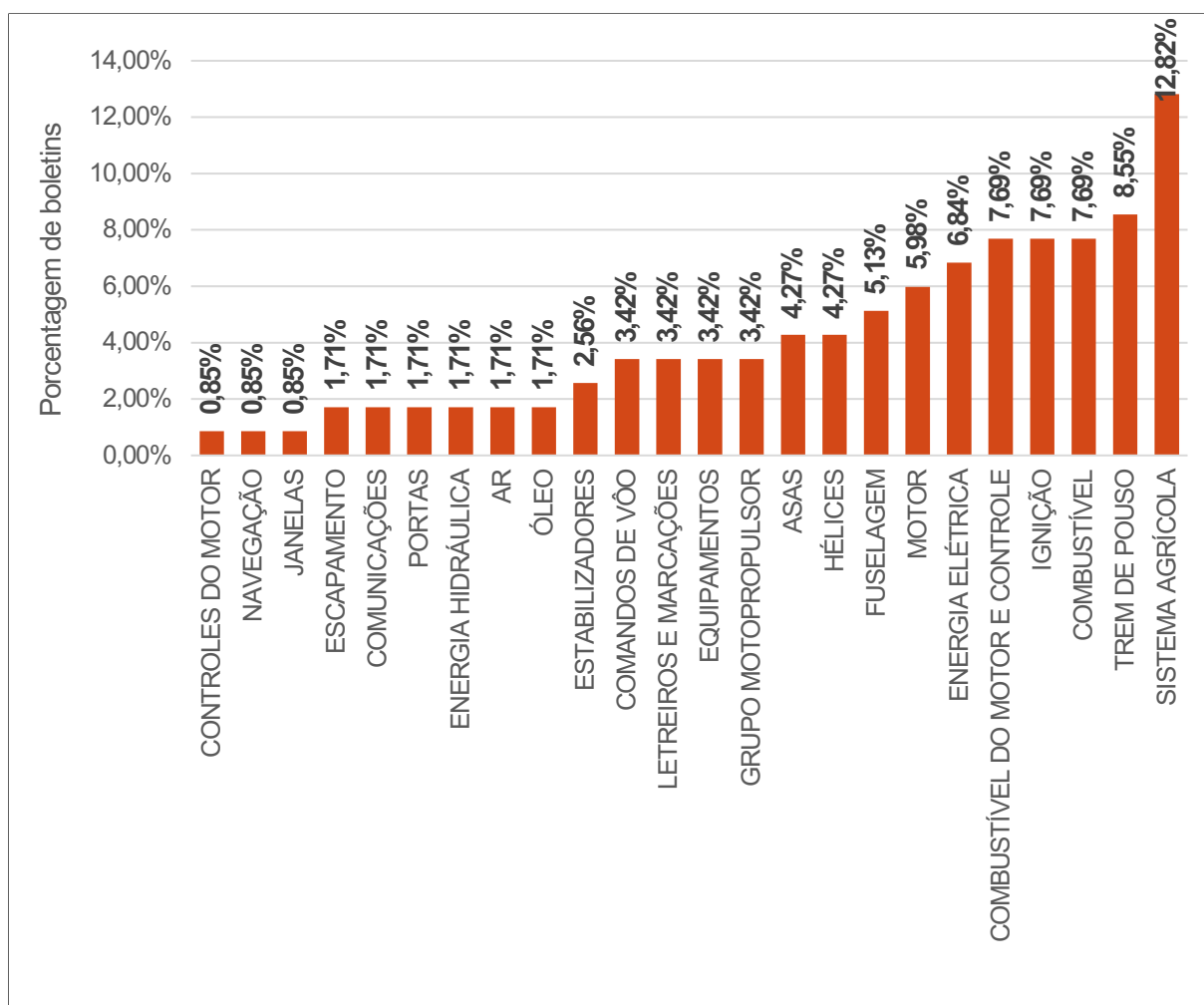


FONTE: Acervo pessoal.

É evidente que esse modelo também registrou um número significativo de boletins de serviço dedicados ao sistema agrícola, correspondendo a 15,15% do total de boletins. Ainda é possível perceber o aumento da presença do sistema de combustível dentre os maiores influentes.

Quanto ao modelo EMB-201, verificamos a existência de 117 boletins de serviços distribuídos, conforme ilustrado na Figura 31.

Figura 31 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-201 por assunto

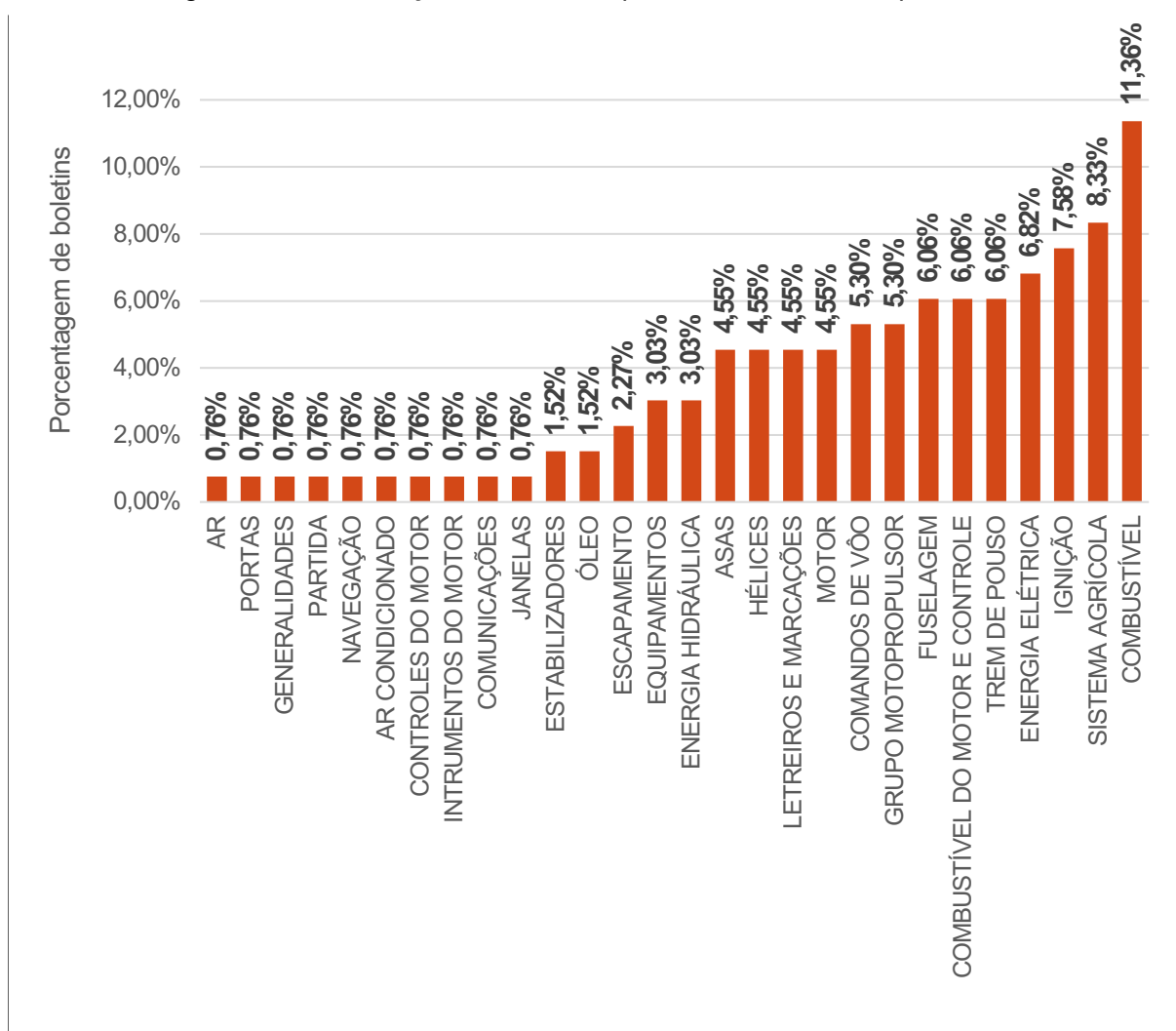


FONTE: Acervo pessoal.

É notável que, de maneira similar aos modelos EMB-200 e EMB-200A, o modelo EMB-201 registra a maior quantidade de boletins de serviço destinados ao sistema agrícola, representando 12,82% do total de boletins emitidos. O sistema de combustível em contrapartida se tornou o terceiro mais influente dentre todos os boletins emitidos.

Totalizando uma distribuição de 132 boletins para o modelo EMB-201A, os dados da figura abaixo ilustram a segregação por assunto.

Figura 32 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-201A por assunto

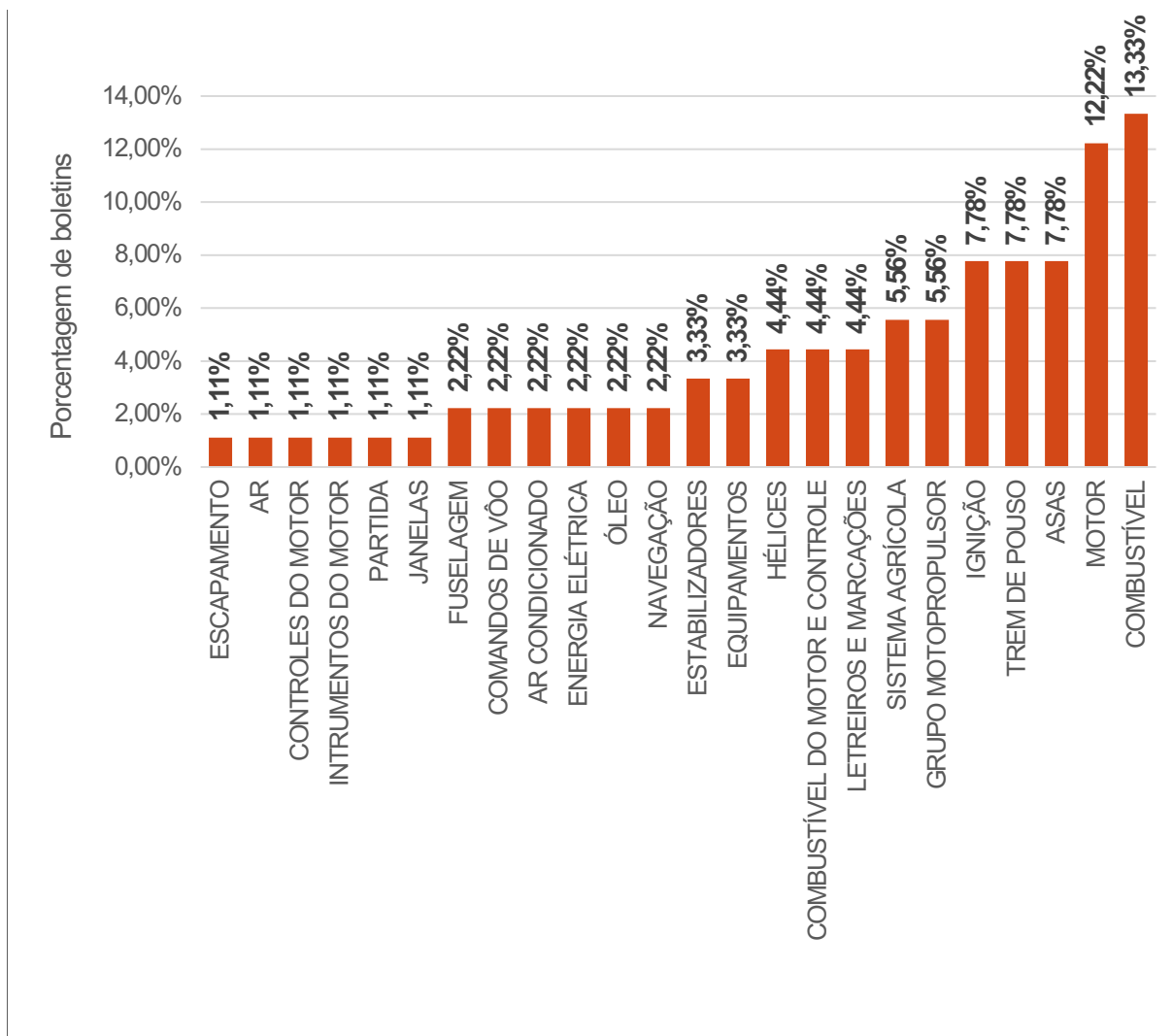


FONTE: Acervo pessoal.

Com o crescimento progressivo do número de boletins de serviço contendo ações para o sistema de combustível do Ipanema, ele se tornou o mais influente desde o início da comercialização da aeronave em 1972, atingindo um percentual de 11,36%. O número crescente de boletins para aeronave EMB-201A se justifica pelo curto espaço de tempo entre o lançamento de um novo modelo e seu modelo antecessor. Com seu primeiro avião fabricado em 5 anos desde o lançamento do EMB-200, o EMB-201A é determinado como uma variante aprimorada de todos os modelos lançados anteriormente, e por isso absorveu parte da carga de boletins que afetam as aeronaves anteriores. Dessa forma, esse lançamento se mostrou o mais proeminente até 1991, carregando inúmeras melhorias, e se tornando uma das maiores frotas de aeronave agrícola do Brasil no século passado. Isso se percebeu até o lançamento do EMB-202.

A série EMB-202 possui uma distribuição de 90 boletins. Os dados da Figura 33 mostram essa distribuição.

Figura 33 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-202 por assunto

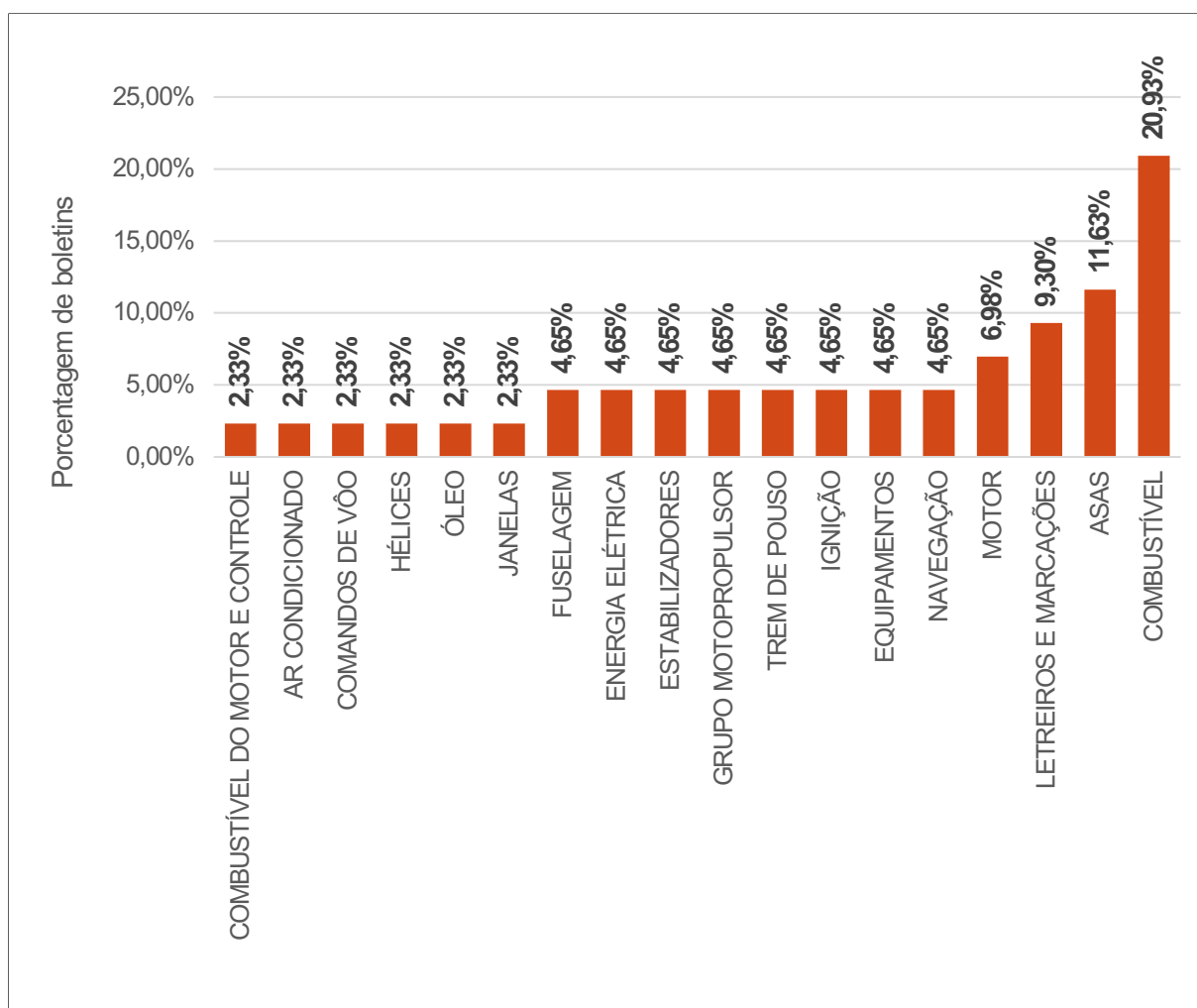


FONTE: Acervo pessoal.

Observa-se que a maior emissão de boletins é para a categoria Combustível, com um percentual de 13,33%.

O modelo EMB-202A possui uma distribuição de 43 boletins. Na Figura 34 podemos observar a distribuição geral dos boletins.

Figura 34 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-202A por assunto

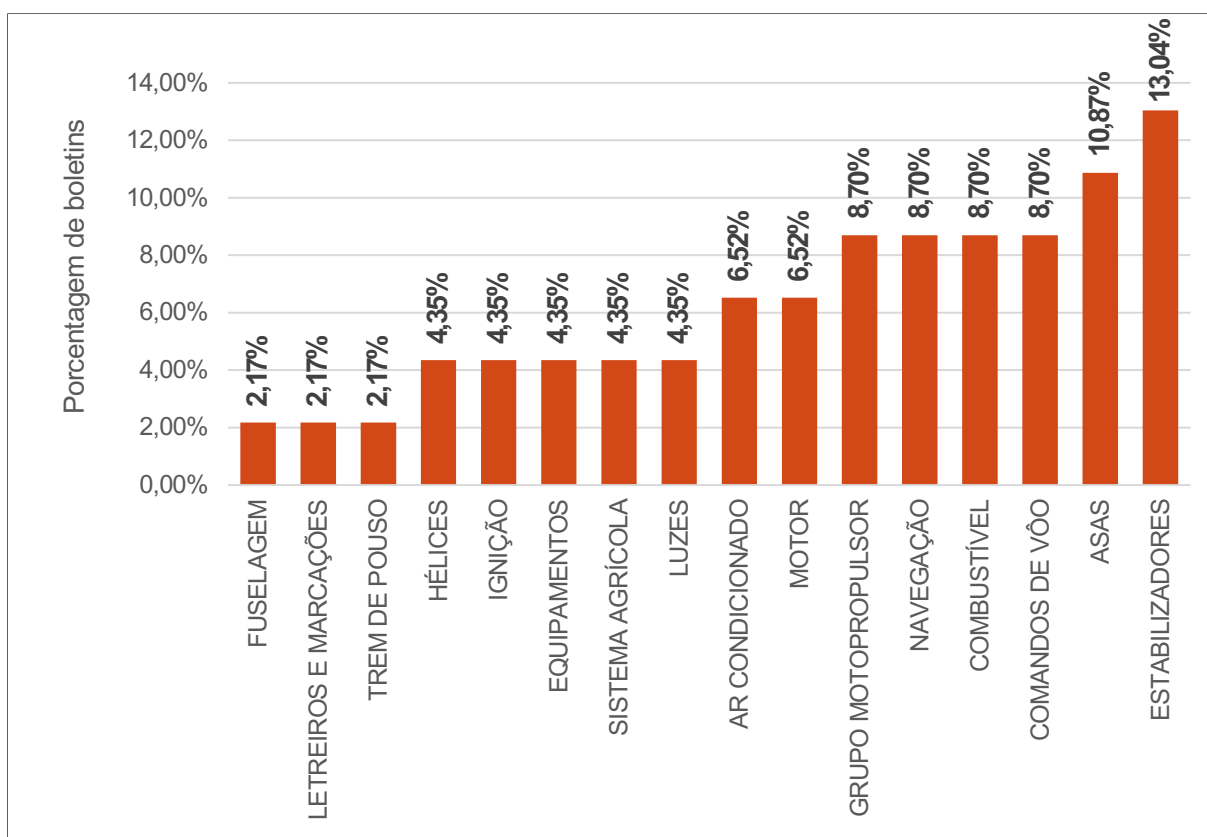


FONTE: Acervo pessoal.

Assim como os modelos EMB-201A e EMB 202, o modelo EMB-202A apresenta maior distribuição de boletins concentrada na categoria combustível, possuindo 20,93% dos boletins emitidos.

O modelo EMB-203 registra uma distribuição de 46 boletins de serviço. A Figura 35 ilustra a distribuição abrangente desses boletins.

Figura 35 – Classificação dos boletins aplicáveis ao EMB-203 por assunto



FONTE: Acervo pessoal.

A Figura 35 evidencia a categoria Estabilizadores apresenta a maior concentração de boletins, correspondendo a um percentual de 13,04% do total, seguido por asas, com 10,87%. Isso indica que as modificações relacionadas ao Ipanema 203 estão voltadas para o aprimoramento da segurança estrutural da aeronave, tendo em vista o aumento na capacidade de transportar defensivos agrícolas e aumento em seu tanque de combustível.

4.5 QUANTIDADE DE BOLETINS POR AERONAVE QUANTO AO CUMPRIMENTO

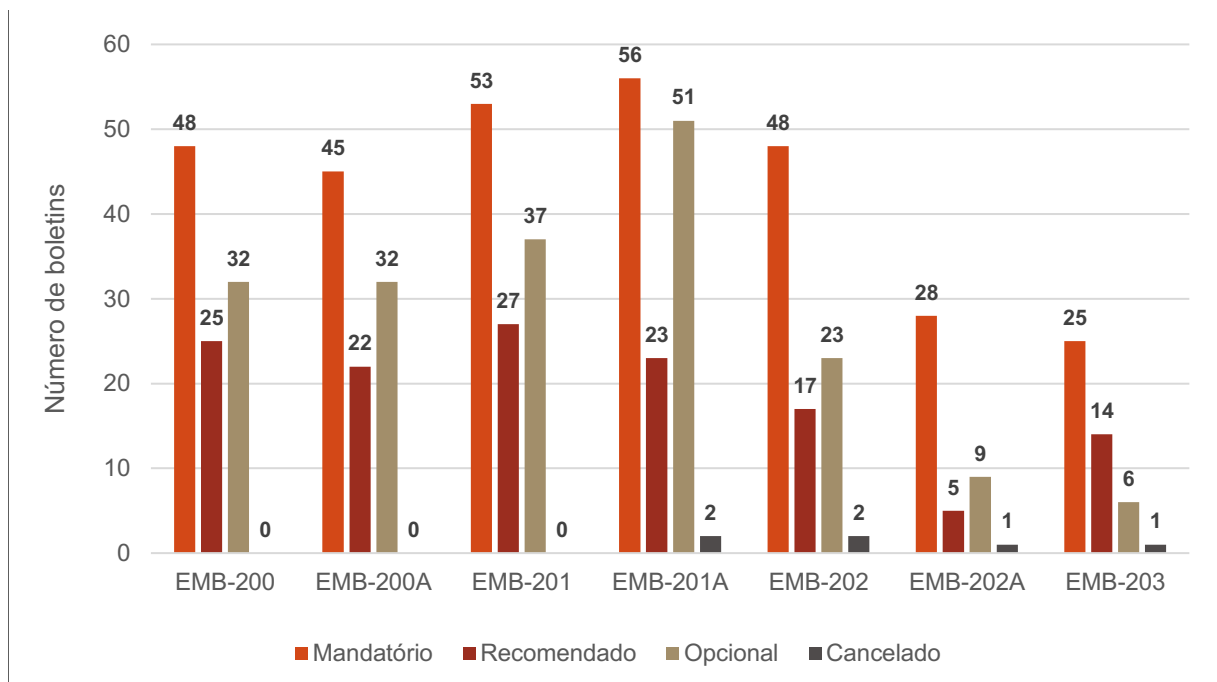
Fazendo uma análise por classificação dos boletins em relação ao cumprimento, a Tabela 5 mostra a distribuição dos 635 boletins distribuídos por modelo de aeronave.

Tabela 5 – Boletins por cumprimento em cada modelo

MODELO	MANDATÓRIO	RECOMENDADO	OPCIONAL	CANCELADO
EMB-200	48	25	32	0
EMB-200A	45	22	32	0
EMB-201	53	27	37	0
EMB-201A	56	23	51	2
EMB-202	48	17	23	2
EMB-202A	28	5	9	1
EMB-203	25	14	6	1

Abaixo, a partir da Figura 36, é possível uma visualização rápida dos dados apresentada na tabela acima, bem como avaliar o comportamento dos boletins de acordo com o tipo de cumprimento.

Figura 36 – Boletins por cumprimento em cada modelo



FONTE: Acervo pessoal.

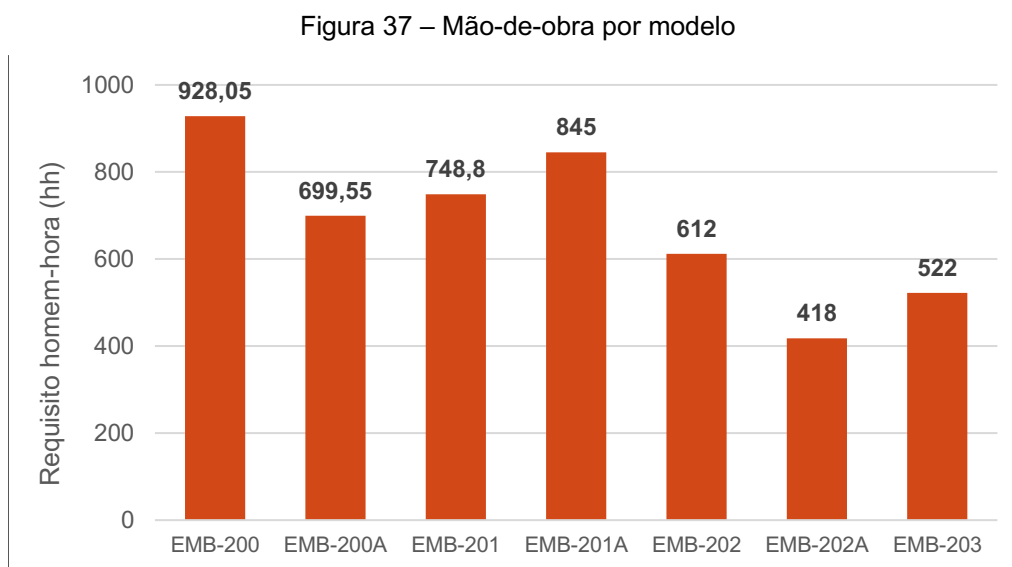
4.6 AVALIAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA POR MODELO

O procedimento de estimativa da mão-de-obra por modelo de aeronave, a partir dos boletins de serviço, engloba um conjunto de fases sequenciais. Inicialmente, ocorre a coleta de informações relacionadas aos boletins emitidos para cada tipo de aeronave, abrangendo categorias distintas tais como boletins mandatórios, recomendados, opcionais e cancelados. Nesse contexto, ocorre a atribuição de estimativas das horas de trabalho pertinentes a cada categoria de boletim. A soma das horas de

trabalho decorrentes das diferentes categorias de boletins em relação a cada modelo resulta em um cômputo total estimado. O dimensionamento quantitativo dos técnicos necessários para concluir essas horas e os encargos relativos à mão-de-obra altamente especializada devem ser adquiridos mediante pesquisa junto a empresas especializadas em manutenção aeronáutica ou mediante orientação de especialistas competentes. Cumpre ressaltar que o valor total monetário não foi passível de estimativa direta, uma vez que se encontra atrelado às estimativas das durações de trabalho e ao quantitativo de colaboradores disponíveis, ademais de ser influenciado pelas oscilações nos custos da mão-de-obra em diferentes regiões, bem como por flutuações nos vencimentos salariais dos funcionários conforme a localidade.

4.6.1 Mão-de-obra total

Em relação a mão-de-obra total por modelo de aeronave, foram somadas as horas de trabalho de todos os tipos de boletins (mandatórios, recomendados, opcionais e cancelados) para cada modelo de aeronave. Os dados da Figura 37 apresentam a distribuição.



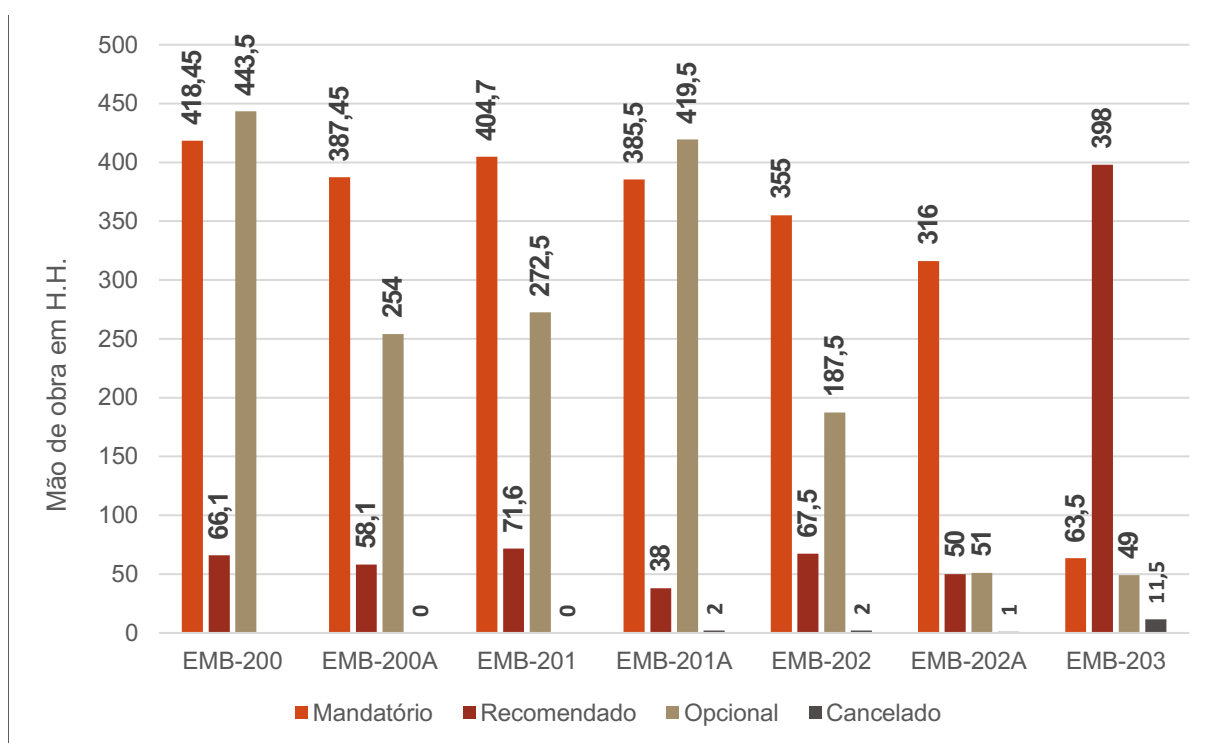
FONTE: Acervo pessoal.

Conforme ilustrado na Figura 37, é possível observar que o modelo EMB-200 demonstra o maior valor em termos de Homem-Hora para a realização de todos os boletins, totalizando um montante de 928,05 horas.

4.6.2 Mão-de-obra categorizada por cumprimento

Ao realizar uma análise que classifica a quantidade de horas de trabalho conforme os diferentes tipos de cumprimento de boletins em cada modelo de aeronave, foram somadas as horas estimadas de trabalho para cada categoria de boletim atribuída a cada modelo de aeronave. A representação gráfica desta distribuição encontra-se demonstrada na Figura 38.

Figura 38 – Mão-de-obra categorizada por cumprimento



FONTE: Acervo pessoal.

De acordo com o gráfico da Figura 38, observa-se que o modelo EMB-200 demanda a maior quantidade de Homem-Hora para a execução dos boletins Mandatórios atingindo o valor de 418,45 Homem-hora. No que se refere à cumprimento dos boletins Recomendados, verifica-se que o modelo EMB-203 requer a maior alocação de recursos, completando 398 Homem-hora. Para os boletins de caráter opcional, é notável que o modelo EMB-200 necessita da maior quantidade de horas de trabalho para a realização de melhorias, alcançando 443,5 Homem-hora, seguido pelo modelo EMB-201A com 419,5 Homem-hora.

Para uma abordagem estratégica de gerência e manutenção, somou-se as mãos-de-obra necessárias para os boletins mandatórios e recomendados, podendo ser vista na Tabela 6.

Tabela 6 – Mão-de-obra para itens mandatórios e recomendados

MODELO	H.H TOTAL
EMB-200	484,55
EMB-200A	445,55
EMB-201	476,30
EMB-201A	423,50
EMB-202	422,50
EMB-202A	366,00
EMB-203	461,50

Essa análise é essencial para estimar os custos de priorizar ações críticas de manutenção e otimizar a eficiência operacional, garantindo a conformidade regulatória e equilibrando segurança operacional com eficiência.

Conforme evidenciado na Tabela 6, o modelo EMB-200 é aquele que requer o maior investimento em horas de trabalho para garantir total conformidade com as regulamentações e otimização. Esse valor atinge 484,55 homem-hora. Tal necessidade pode ser atribuída ao fato de que o EMB-200 foi o pioneiro da série, enquanto modelos subsequentes já incorporaram os boletins obrigatórios.

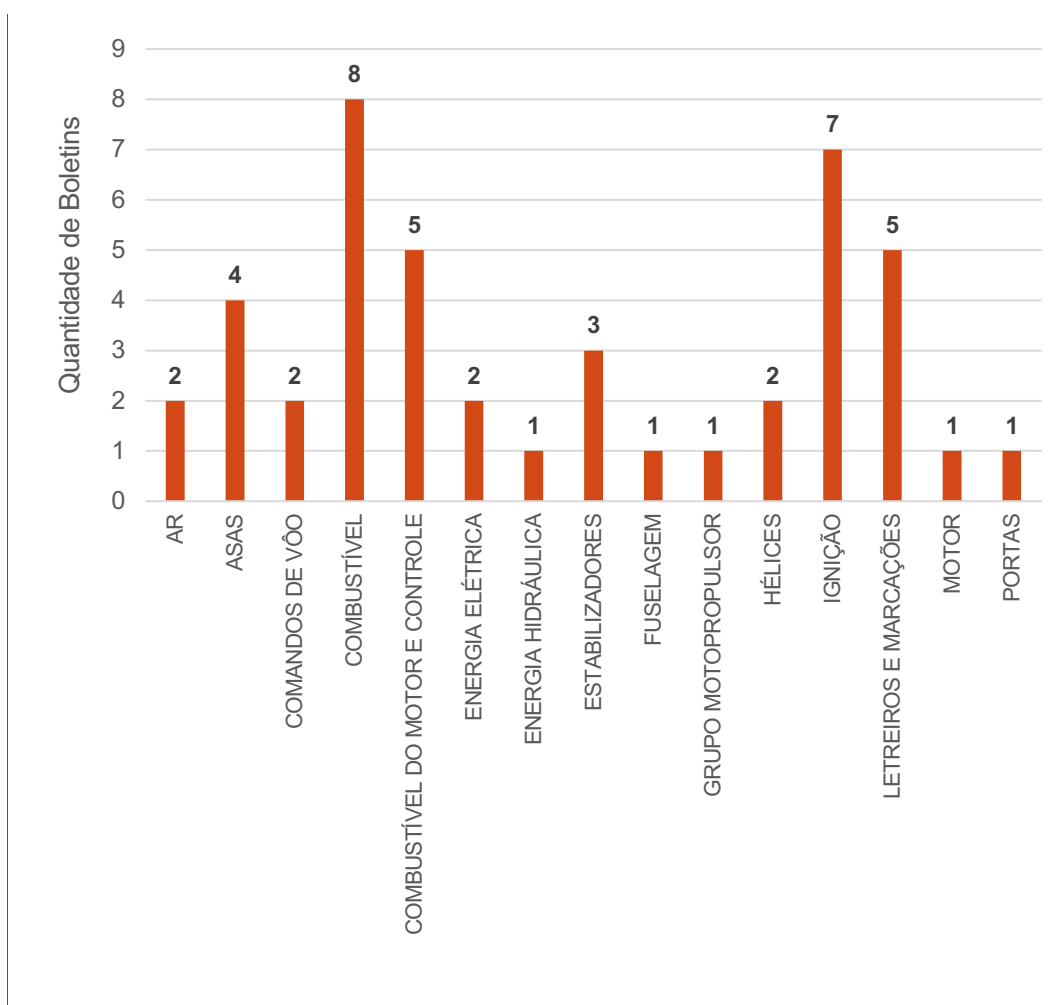
4.7 BOLETINS AFETADOS POR DIRETRIZES DE AERONAVEGABILIDADE

A avaliação dos Boletins de Serviço em relação às Diretrizes de Aeronavegabilidade compreende uma abordagem sistemática para determinar as interações entre esses documentos. Inicialmente, identificam-se as Diretrizes de Aeronavegabilidade que exercem influência direta sobre cada boletim, categorizando-as de acordo com sua natureza.

Em seguida, examina-se minuciosamente como as ações prescritas nos Boletins se articulam com as medidas estipuladas nas Diretrizes de Aeronavegabilidade. Este procedimento abarca a análise de como as modificações ou requisitos das diretrizes impactam as ações ou procedimentos recomendados nos Boletins de Serviço separados por assunto.

No que se refere a distribuição de Boletins associados as DAs, foram contabilizadas 45 Diretrizes de Aeronavegabilidade emitidas durante o período em análise, classificadas por assunto, como mostra a Figura 39.

Figura 39 – Número de BS associados à DA segmentados por assunto



FONTE: Acervo pessoal.

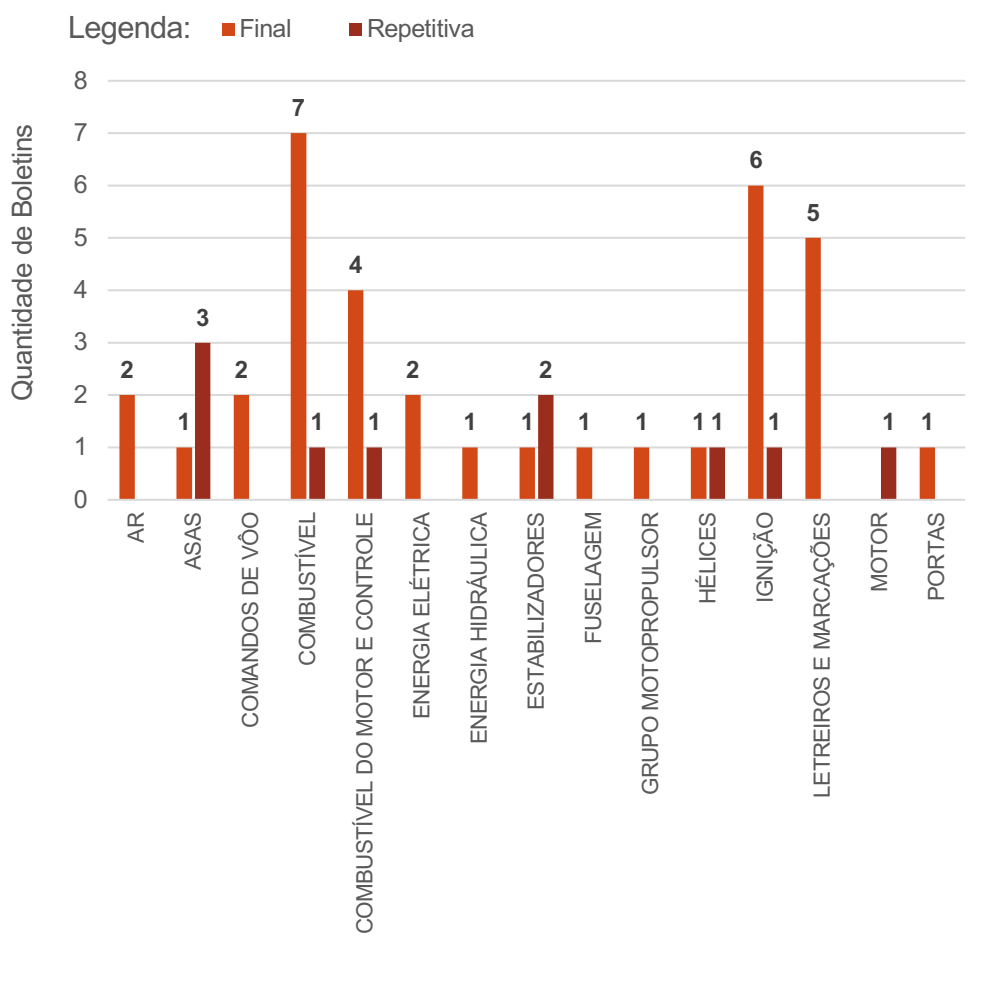
Conforme demonstrado na representação gráfica, a classe "Combustível" requer o maior número de intervenções, totalizando sete Diretrizes de Aeronavegabilidade (DAs). Em segundo lugar, a categoria "Ignição" apresenta seis DAs emitidas, enquanto "Combustível do motor e controle" e "Letreiros e marcações" compartilham a terceira posição, ambas com cinco DAs associadas.

A maior emissão de Diretrizes de Aeronavegabilidade para as categorias Motor, Combustível e Ignição ocorre devido à complexidade desses sistemas. Essa complexidade cria um ambiente propício para o desenvolvimento de problemas e, consequentemente, para a emissão de diretrizes de aeronavegabilidade.

4.7.1 Boletins quanto a ação da Diretriz de Aeronavegabilidade

Na avaliação dos boletins quanto às medidas adotadas em relação às Diretrizes de Aeronavegabilidade (DAs) emitidas, as DAs foram categorizadas de acordo com seu assunto e natureza de ação, podendo ser ilustrado na Figura 40.

Figura 40 – Número de BS quanto a ação da DA segmentados por assunto



De acordo com a Figura 40, a categoria que registra a maior quantidade de DAs repetitivas, ou seja, que demanda a execução periódica de uma ação específica de manutenção ou inspeção para garantir a continuidade da aeronavegabilidade, é a categoria Asas, com 3 DAs repetitivas, seguida pela categoria Estabilizadores. Por outro lado, as categorias com o maior número de emissão de diretrizes Finais, ou seja, que exigem uma ação específica a ser realizada apenas uma vez para corrigir uma condição insegura, são Combustível, Ignição e Letreiro e marcações, com 7, 6 e 5 DAs emitidas, respectivamente.

Enquanto Asas e Estabilizadores requerem inspeções periódicas devido ao desgaste e às condições de voo, demandando DAs de ação repetitiva mais frequentes, o Motor e a Ignição recebem DAs de ação final devido à sua fundamental importância para a segurança da aeronave, pois são emitidas apenas quando uma condição específica de segurança que exige uma correção permanente.

4.8 VISÃO TEMPORAL DA PUBLICAÇÃO DOS BOLETINS

Uma análise temporal da publicação de boletins é um recurso poderoso tanto na gestão operacional como na pesquisa acadêmica. Ao observar o padrão de lançamentos ao longo do tempo, é possível identificar tendências, padrões e mudanças cruciais que afetam operações e desempenho. Isso permite a avaliação de como ações corretivas, atualizações regulatórias ou eventos específicos impactam em momentos diferentes.

O histórico de publicações nos permite antecipar futuros desafios, alocar recursos de forma eficaz e tomar decisões embasadas. Especificamente na aviação, essa análise pode aprimorar a manutenção, elevar a segurança e garantir conformidade com diretrizes de aeronavegabilidade, resultando em operações mais seguras e eficientes, sendo uma ferramenta valiosa para a gestão estratégica e pesquisa.

4.8.1 Linha cronológica

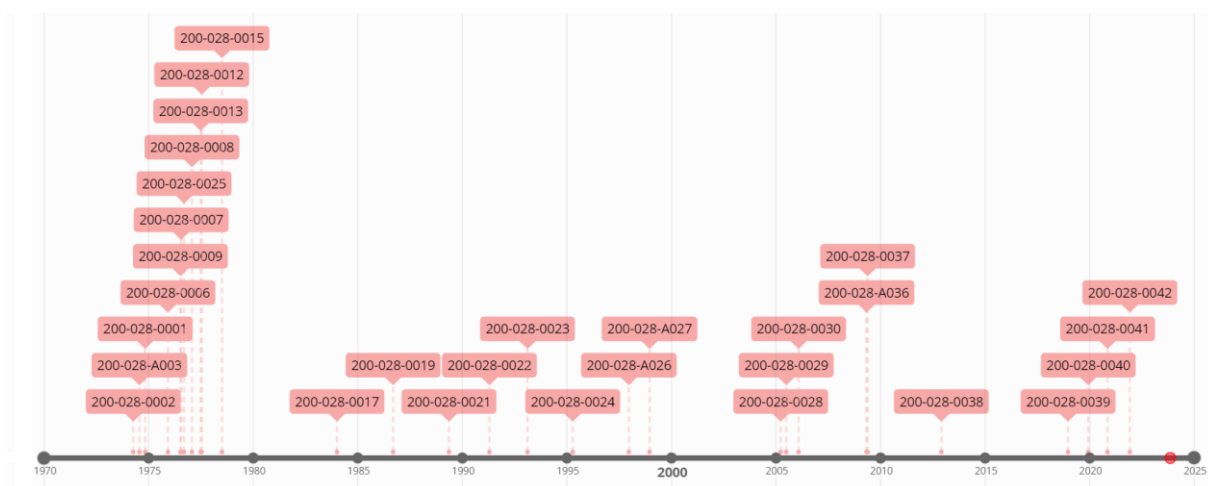
A fim de avaliar a distribuição de boletins de serviço originais, em sua primeira revisão, de 1970 até 2023, foi elaborado o diagrama apresentado na Figura 41.

É possível perceber que, pelo número de eventos incluídos ao longo dos 50 anos, os dados são exibidos de modo que dificultam a análise caso a caso, entretanto, ao observar o panorama geral, é notável que de 1970 a 1980 houve o maior número de boletins emitidos, sendo seguido pelo período de 2015 a 2023.

De forma a melhor visualização, recomenda-se o acesso ao diagrama apresentado na Figura 41 através do link a seguir: <https://time.graphics/line/db1a9d2e87f80f8a438d3d0480396b36>. Através do diagrama online é possível realizar a filtragem por sistema e por modelo de aeronave afetada, tendo uma visualização dinâmico dos últimos 50 anos analisados.

Através da Figura 41 é possível também extrair as informações apenas dos sistemas mais afetados de acordo com a análise 80-20 desenvolvida pelo Pareto.

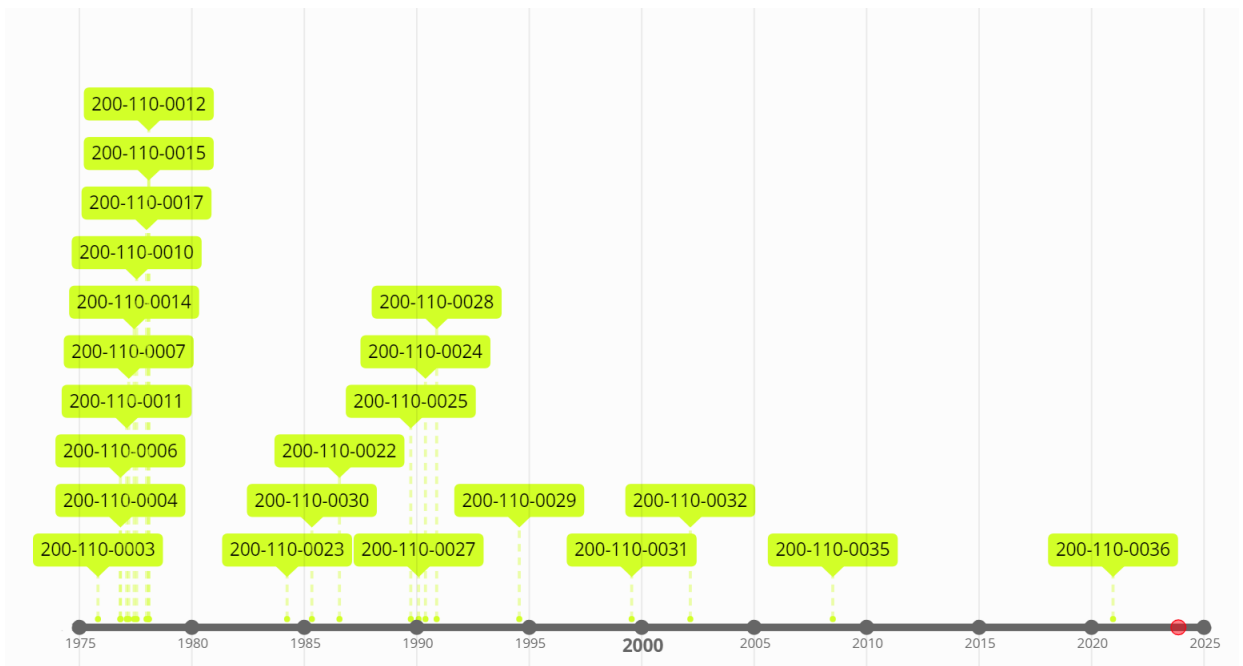
Figura 42 – Distribuição cronológica de BS de Combustível



FONTE: *Time Graphics*.

Nota-se para o sistema de combustível a maior taxa de boletins foram implementadas no início da vida da Série 200, na primeira década do lançamento do Ipanema. O segundo maior número de boletins ocorreu justamente assim que desenvolveram o sistema de Etanol, no EMB-202A quanto a migração para o EMB-203.

Figura 43 – Distribuição cronológica de BS de Sistema Agrícola



FONTE: Time Graphics.

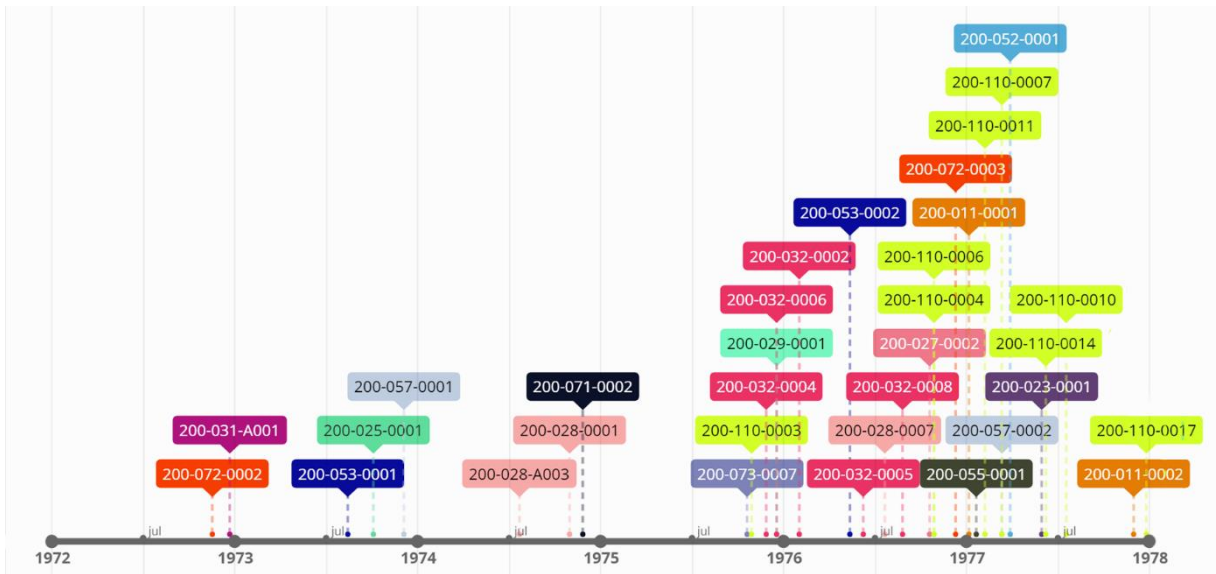
Observa-se um padrão semelhante ao avaliar o sistema agrícola, que contou com 10 boletins de 1975 a 1980 e registrou o segundo maior número de boletins entre 1985 e 1995. Essa elevação está associada às modificações de projeto destinadas a integrar novos opcionais ao modelo, como a introdução do atomizador *Micronair* AU5000 em 1990, bem como melhorias facilitadoras que aprimoraram o escoamento de fluidos e sólidos.

Apesar de ter sido identificado como um dos sistemas mais afetados por boletins, destaca-se pela constante incorporação de novas tecnologias ao longo do tempo. Isso se alinha ao objetivo primordial da aeronave, que é realizar a aplicação de forma eficiente, dependendo fundamentalmente do sistema agrícola.

4.8.2 Período de maturidade

A fim de compreender quando os modelos da série 200 alcançaram a estabilidade e operação regular e como a emissão de boletins evoluiu ao longo do tempo à medida que a aeronave se consolida no mercado, foi feita uma análise de maturidade. Para esta análise, consideramos como período fundamental aquele que engloba a fabricação do modelo mais recente, o EMB-203, em 6 anos de operação.

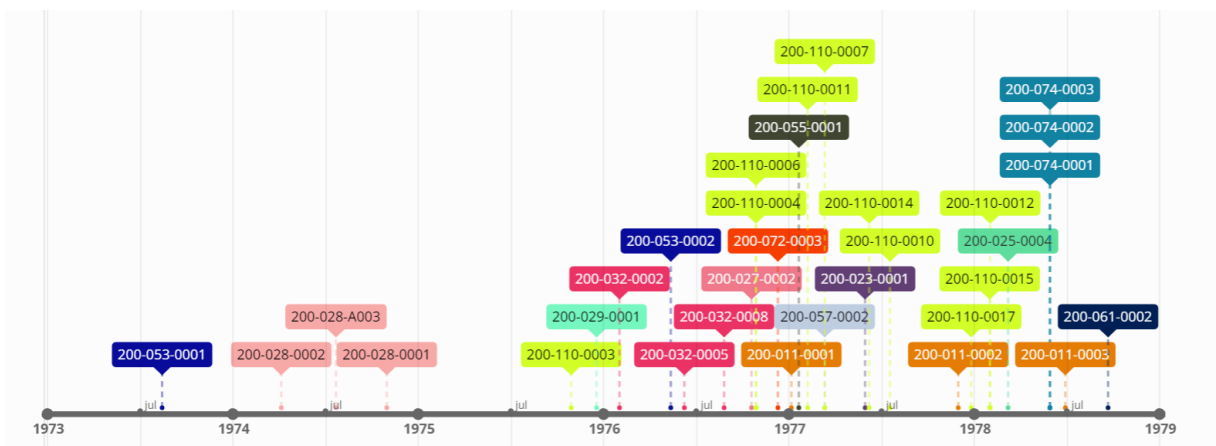
Figura 44 – Boletins do modelo EMB-200 no Período de Maturidade



FONTE: Time Graphics.

É possível perceber através da Figura 44, que mesmo lançado em 1972, a maior incidência de Boletins de Serviço para esta aeronave ocorreu nos dois últimos anos do período de maturidade, sendo que destes, se destaca os boletins relacionados ao Sistema Agrícola da aeronave com 07 boletins totais emitidos. Também é notável que o segundo principal detrator no período de maturidade foram boletins relacionados a trem de pouso e sistema de combustível, com 05 boletins e 04 boletins respectivamente.

Figura 45 – Boletins do modelo EMB-200A no Período de Maturidade



FONTE: Time Graphics.

Através da Figura 45 demonstra que a maior incidência de emissão de boletins ocorreu em 1976, com 6 boletins emitidos durante este ano, em 1977 houve 5

boletins emitidos, constituindo o segundo maior período dentro da maturidade com boletins emitidos. Com 10 boletins sobre Sistema Agrícola, estes boletins afetam não só o modelo lançado em 1973 (EMB-200A) como também o lançado em 1972 (EMB-200) demonstrando uma correção sistemática de problemas de projeto através do processo de melhoria contínua.

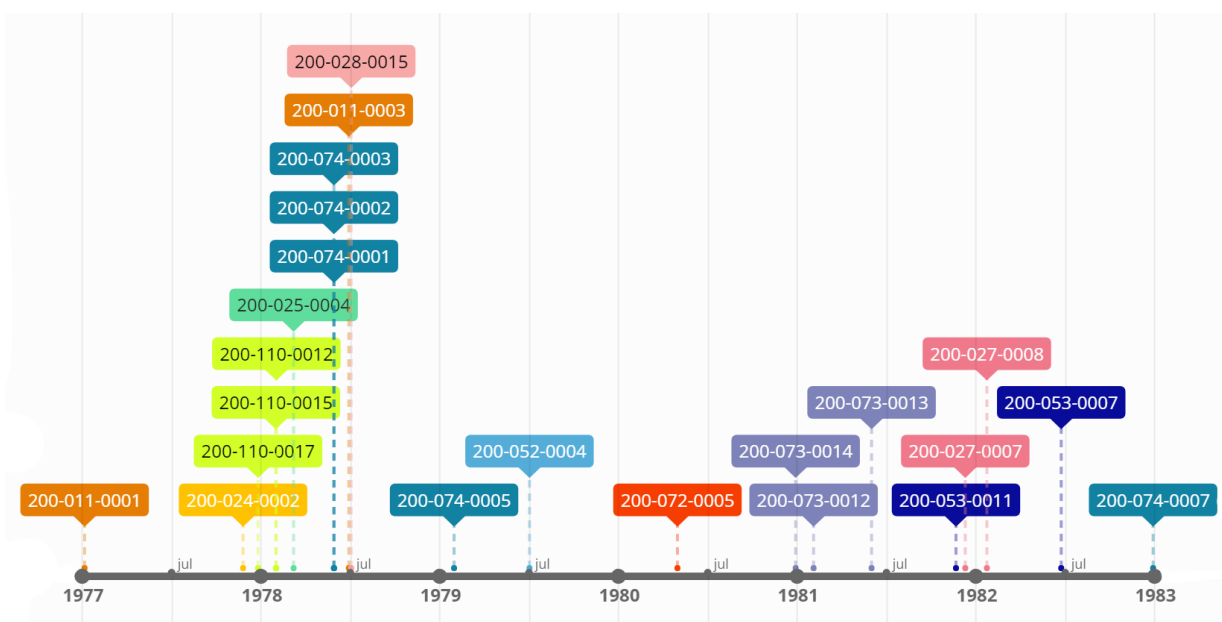
Figura 46 – Boletins do modelo EMB-201 no Período de Maturidade



FONTE: Time Graphics.

Para o modelo de aeronave EMB-201, fica evidente que houve um aumento das correções e implementação de melhorias de 1976 a 1978, decaindo posteriormente até o último ano do período de maturidade. Mesmo que haja uma pequena parcela de estabilização, deve-se observar que esses picos ocorreram em épocas as quais os três modelos de aeronave operavam simultaneamente. Analisando conjuntamente as figuras 44, 45 e 46 pode-se avaliar que a estabilidade nas correções se deu início após a grande fase de melhorias que surgiram entre 1976 e 1979.

Figura 47 – Boletins do modelo EMB-201A no Período de Maturidade

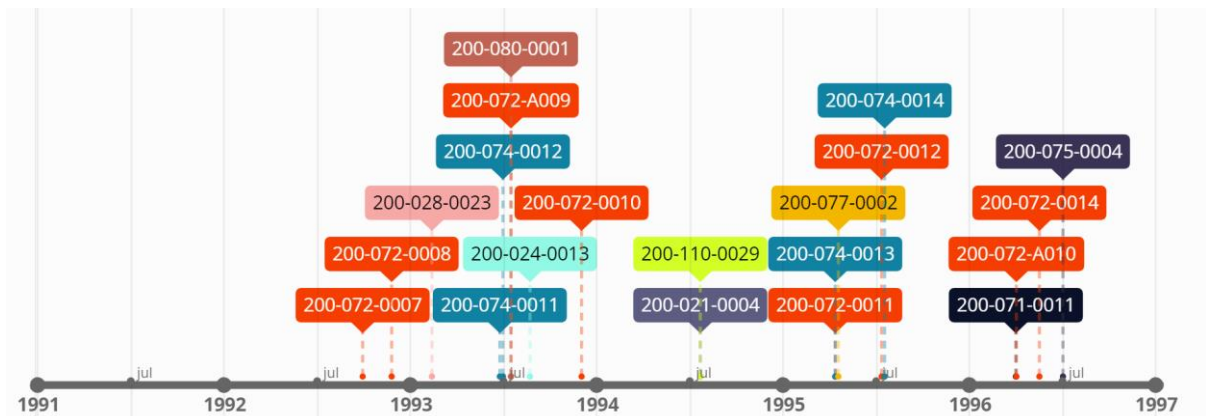


FONTE: *Time Graphics*.

Lançado em 1977, o modelo EMB-201A reafirma a estabilização na emissão de boletins após o ano de 1978, sendo essa uma característica evidente que os novos modelos acompanhavam melhorias de fábrica que descartava o cumprimento de boletins anteriores. Desse modo, a possibilidade mais aceita é de que as correções de projeto e melhorias implementadas nos três primeiros modelos, enquanto a frota do EMB-201A estava com um ano de operação impactou a linha de produção, de modo que enquanto fabricados, os modelos do EMB-201A foram sendo aprimorados, e alguns números de série foram contemplados com as melhorias do projeto.

Prosseguindo a análise, neste período de maturidade foi possível observar que o modelo EMB-201A teve foco em correções no seu sistema de ignição, com 5 boletins compreendidos neste período. Outro ponto relevante é que seu sistema agrícola foi aprimorado desde as versões anteriores, tendo uma redução em 70% dos boletins que afetavam este sistema, reduzindo o custo com manutenções recomendadas e mandatórias.

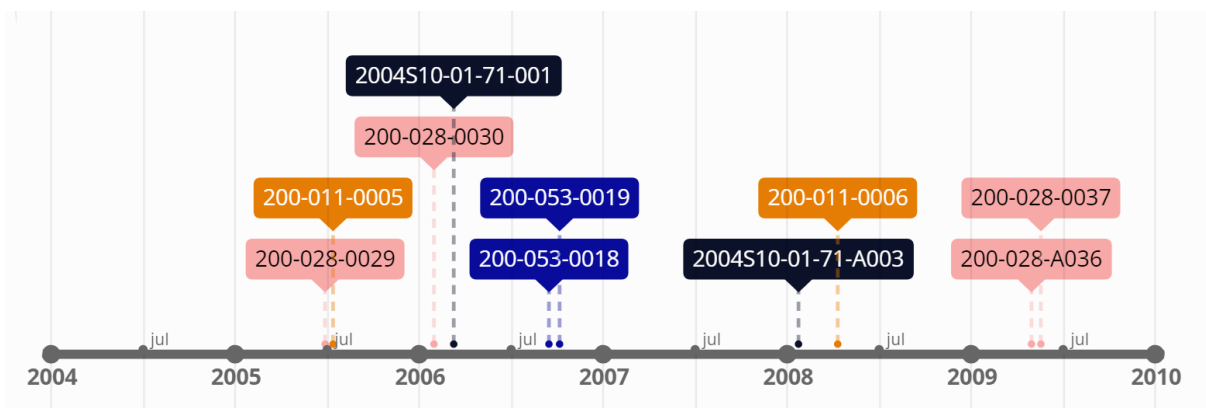
Figura 48 – Boletins do modelo EMB-202 no Período de Maturidade



FONTE: *Time Graphics*.

À medida que prosseguimos para os modelos de aeronave intermediários dessa série, é possível perceber que a incidência anual de lançamentos de boletins é bem inferior que os primeiros modelos de aeronaves do início da Série 200. Nos 2 primeiros anos de vida da frota EMB-202, apenas dois boletins foram emitidos, e em todo o período, o número anual de boletins afetando esta aeronave não passou de 4 boletins, em seu auge no ano de 2006. É importante destacar que os dois boletins integram correções e melhorias no motor, o que se torna o evidente destaque desta aeronave. O longo do período de maturidade é possível perceber que os boletins relacionados a motor são as melhorias iniciais que integraram suas modificações, contando com 8 boletins até 1997. O segundo maior destaque vem para os 4 boletins lançados, referentes ao sistema de ignição. Considerando que o motor e o sistema de ignição trabalham em conjunto, é possível afirmar que o foco de melhoria da aeronave EMB-202 foi no seu grupo motopropulsor como um todo.

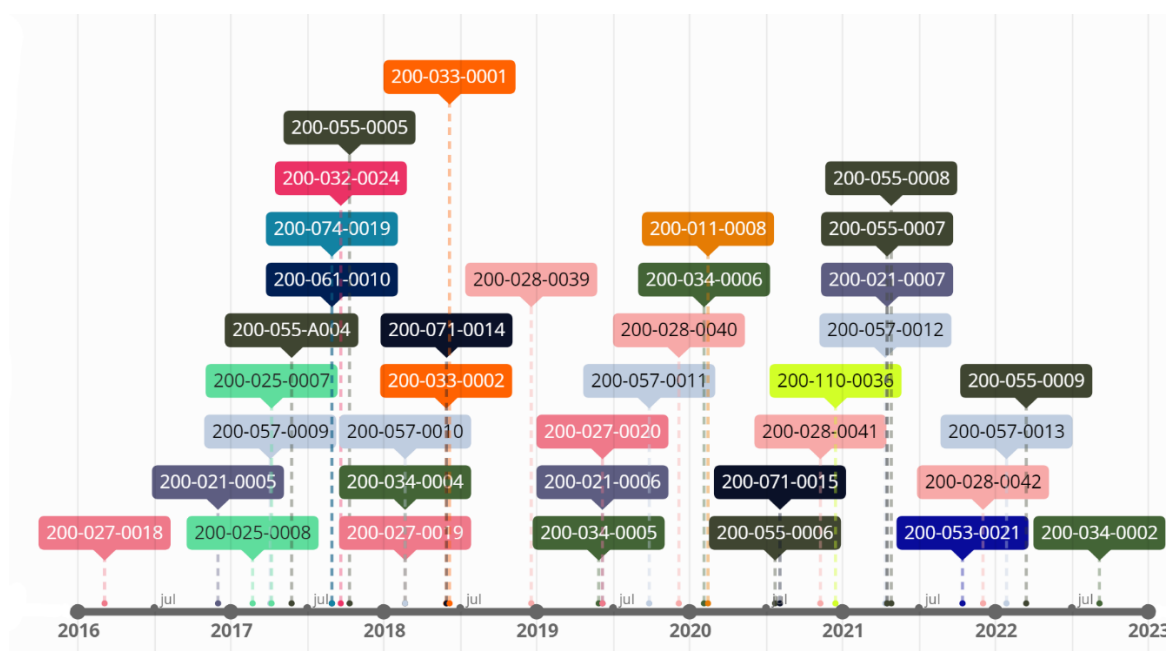
Figura 49 – Boletins do modelo EMB-202A no Período de Maturidade



FONTE: *Time Graphics*.

Para o modelo de aeronave EMB-202A isto fica ainda mais evidente, com apenas 10 boletins emitidos ao longo dos seus 06 primeiros anos de operação. O número reduzido de boletins evidencia a consolidação da Série 200, e com a estabilização nos processos de melhoria. Essa estabilidade pode levar a crer que o projeto está entrando em fase de obsolescência, e deste modo, uma mudança grande em seu projeto conceitual é necessário para que novas mudanças sejam implementadas. Também sugere que com um projeto aprimorado ao longo dos anos, com mudanças pontuais e sem um grande projeto de modernização, os problemas que eram corrigidos no início do projeto agora são conhecidos, exibindo a maturidade do projeto, que não são mais afetados por fatores passados.

Figura 50 – Boletins do modelo EMB-203 no Período de Maturidade



FONTE: Time Graphics.

Com o EMB-203 vemos uma mudança na percepção do diagrama. Com a modernização da aeronave, e a aplicação de grandes modificações de projeto para o mais novo modelo da frota, percebe-se que o número de boletins de serviço aumentou novamente. Inicialmente é perceptível boletins relacionados aos assuntos:

1. Estabilizadores, com seis boletins;
2. Asas, com cinco boletins,
3. Sistema de combustível e navegação, cada um com 4 boletins;

Esse gráfico exibe que novos projetos carregam incertezas, entretanto abrem portas para a instalação de novas tecnologias, que antes estavam impossibilitadas de serem agregadas. Exibe ainda que o EMB-203 nos seus primeiros anos, definiu medidas corretivas e/ou desenvolveu novos produtos, que incidem na parte estrutural da aeronave, bem como em seu sistema de combustível.

5 CONCLUSÃO

A análise realizada evidencia que o número de boletins de serviço está intrinsecamente relacionado ao tamanho da frota, sendo influenciado não pelo modelo em si, mas pelo histórico da série inteira. Os resultados sugerem que, à medida que a frota global da Série 200 cresce, mais eventos em campo podem ocorrer, o que por sua vez conduz ao desenvolvimento de aprimoramentos de projeto. Essas melhorias são então comunicadas aos operadores por meio de boletins de serviço. Além disso, observa-se que novos modelos, mesmo com modificações mínimas, incorporam as exigências do projeto original, resultando em melhorias simultâneas em vários modelos sempre que um novo problema é identificado.

Isso é confirmado com as análises realizadas a partir das observações do período de cada modelo de aeronave. Os quatro primeiros modelos (EMB-200, EMB-200A, EMB-201 e EMB-201A) enfrentaram um ápice de correções e melhorias simultaneamente durante o período de maturidade. Os três primeiros lançamentos ocorreram com um espaçamento de um ano, enquanto o quarto teve um intervalo de três anos desde o modelo anterior. Esse curto intervalo entre os lançamentos resultou em alterações conjuntas nos quatro modelos iniciais da frota, pois problemas identificados no EMB-201A após 1977, que incorporavam parcialmente as mudanças que viriam a ser lançadas com os boletins de 1977. 1978 e 1979, afetavam também os modelos anteriores, bem como os pontos de melhoria descobertos no início da vida do EMB-200 que demandavam ampla alteração do projeto, também impactavam os modelos subsequentes até o EMB-201A.

Após esse período inicial de aprimoramentos, de 1976 a 1979, com os lançamentos mais espaçados para o EMB-202 e EMB-202A, houve uma redução no número de emissões de boletins. Essa diminuição é perceptível ao avaliarmos o cumprimento desses documentos técnicos, evidenciando uma redução clara no número de boletins recomendados e obrigatórios, bem como nos boletins opcionais. Isso sugere que esses novos modelos de aeronaves já incorporavam em seu projeto original, de fábrica, as melhorias que antes eram disponibilizadas para campo nos modelos anteriores.

À medida que avançamos nos modelos do Ipanema, o projeto tornou-se um fator limitante para incorporar tecnologias que aprimoravam o desempenho, autono-

mia e cobertura de defensivos agrícolas durante a aplicação. O decréscimo nas aplicações de boletins reflete a estagnação no desenvolvimento de novos produtos e indica que os problemas que afetavam a frota já estavam identificados e controlados.

No lançamento do EMB-203, contudo, houve um lançamento contínuo o crescente de boletins de serviço, visto anteriormente apenas no pacote de correção dos quatro primeiros modelos de aeronave, se devendo da grande modificação de projeto.

Um novo projeto aeronáutico é desenvolvido, testado e certificado para garantir sua segurança operacional, mas é por meio dos relatos em campo que novos pontos de correção de problemas são destacados e novas melhorias implementadas. O Ipanema 203 segue o mesmo padrão comportamental dos quatro primeiros modelos desta série: um modelo novo possui mais reportes operacionais pois todos os técnicos envolvidos no projeto estão conhecendo os aspectos operacionais à medida que a frota cresce e opera.

Além disso, ao analisar o tipo de cumprimento dos boletins é perceptível que houve uma drástica redução no número de boletins mandatórios relacionados ao Ipanema 203, bem como um aumento nas parcelas de boletins recomendados, levando a avaliar que a severidade das ocorrências que afetam essa frota é menor do que as demais aeronaves, validando que é um projeto que carrega toda a carga de conhecimento obtida nas primeiras versões do Ipanema. Mesmo com uma nova carga de boletins de serviço, ao avaliar o IDIF, percebemos que esta é a aeronave menos afetada por tais boletins desde o lançamento do EMB-201, considerando que este último modelo citado possui uma frota menor que o número de EMB-203 em operação, sendo esse índice de impacto reduzido em quase 50%.

Esse resultado impactou diretamente na mão-de-obra necessária para realizar cumprimento dos boletins. Conclui-se que o EMB-203 é a segunda aeronave da série com menor necessidade de mão de obra ao considerar a aplicação de todos os boletins, reflexo da jovialidade do projeto, abaixo apenas do EMB-202A, último modelo lançado antes da grande alteração de projeto que carregou as correções dos modelos anteriores de fábrica.

Em suma, a evolução do EMB série 200 da Embraer envolveu melhorias no desempenho e capacidade de carga, estabilidade e eficiência aerodinâmica, melhorias na composição da aeronave, utilizando materiais mais leves e otimização dos

sistemas de propulsão, sempre buscando uma operação mais eficiente e segura. Essas melhorias contínuas garantiram que a série EMB-200 se mantenha como uma referência na aviação agrícola com mais de 1.500 aeronaves vendidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAG - Associação Brasileira de Aviação Geral. (2021). **Aviação Agrícola do Mercosul quer melhorar comunicação com a sociedade**. Recuperado em 06 de maio de 2023, de <https://abag.org.br/avioes-para-agricultura-e-pecuaria/aviacao-agricola>.

AGAIRUPDATE. **El sistema de pulverización electrostática trae carga a la aviación agrícola**. AgAirUpdate Latinoamerica, Perry, v.3, n.3, p.14-15, 2000.

Agência Nacional de Aviação Civil (Brasil). **ANACpedia: RAB**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www2.anac.gov.br/anacpedia/sig-por/tr419.htm#:~:text=SISTEMA%20DE%20REGISTRO%20AERONÁUTICO%20BRASILEIRO,e%20eficácia%20dos%20atos%20jurídicos>. Acesso em: 21 ago. 2023.

Agência Nacional de Aviação Civil (Brasil). **EA-7104-13**. [S. l.], 6 jul. 2021. Disponível em: <https://sistemas.anac.gov.br/certificacao/Produtos/Espec/EA-7104-13p.pdf>. Acesso em: 9 mai. 2023.

Agência Nacional de Aviação Civil (Brasil). **RBAC nº 39: Diretrizes de Aeronavegabilidade**. Brasília, DF: ANAC, 2020.

Agência Nacional de Aviação Civil (Brasil). **RBAC nº 43: Manutenção, manutenção preventiva, reconstrução e alteração**. Brasília, DF: ANAC, 2021.

Agência Nacional de Aviação Civil (Brasil). **IS Nº 145.109-001 - Publicações técnicas: obtenção, controle e emprego nas empresas de transporte aéreo e de manutenção aeronáutica**. Brasília, 2009.

ALMEIDA. M. **Agricultural Aviation: An Enviromental and Economical Perspective**. [S. l.], 5 maio 2022. Disponível em: <https://revistaavag.org.br/aviacao-agricola-uma-perspectiva-ambiental-e-economica/#:~:text=A pesar%20do%20maior%20custo%20de,efetivo%20de%20doenças%20e%20pragas>. Acesso em: 7 mai. 2023.

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil. (2021). **Regulamentação da Aviação Agrícola**. Recuperado em 06 de maio de 2023, de <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/regulados/agricultura/agricultura-regulamentacao>.

BRASIL. Decreto nº. 86.765, de 10 de janeiro de 1981. Dispõe sobre a regulamentação das atividades de aviação agrícola no Brasil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/atos/decretos/1981/d86765.html. Acesso em: 22 ago. 2023.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Export CEPEA: com avanços no preço e no volume, faturamento com exportações do agro atinge US\$ 160 bi em 2022**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/export-cepea-com-avancos-no-preco-e-no-volume-faturamento-com-exportacoes-do-agro-atinge-us-160-bi-em-2022.aspx#:~:text=O%20faturamento%20com%20as%20vendas%20de%20produtos%20do%20agronegocio%20de,casa%20de%20US%24%2060%20bilhões>. Acesso em: 15 mai. 2023.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB agro: após recordes em 2020 e 2021, PIB do agro cai 4,22% em 2022**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/pib-agro-cepea-apos-records-em-2020-e-2021-pib-do-agro-cai-4-22-em-2022.aspx#:~:text=Considerando-se%20os%20desempenhos%20da,pecuário%20avançou%202%2C11%25>. Acesso em: 15 mai. 2023.

CHAIM, A.; WADT, L.G.R. Pulverização eletrostática: a revolução na aplicação de agrotóxicos. Embrapa Meio Ambiente. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2615385/artigo---pulverizacao-eletrorstatica-a-revolucao-na-aplicacao-de-agrotoxicos>.

CHAIM, A. **Pulverização Eletrostática: Principais Processos Utilizados para Eletrificação de Gotas**. 2006. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/15428898.pdf>.

CIOCHETA, R.S. Gerenciamento do risco da aviação agrícola nos estados do Mato Grosso e Rio Grande do Sul. 2016. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8347/1/Monografia%20-RAFAEL%20DA%20SIL-VEIRA%20CIOCHETA.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2023.

COIMBRA, R.F. DE F.; CATALANO, F.M. **Estudo experimental sobre pontas de asa para uma aeronave agrícola**, 1999. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br/revista/v3n1/099.pdf>.

COSTA, C. C., & FERREIRA, M. P. (2020). **Aviação agrícola: uso de drones e tecnologia de aplicação na agricultura**. *Agronomia*, 54(2), 193-201. Recuperado em 06 de maio de 2023, de <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/agro/article/view/17719>.

EMBRAER. EMB 200 IPANEMA [s.d.]. Disponível em: <https://historicalcenter.embraer.com/br/pt/emb-200-ipanema>. Acesso em: 15 jun. 2023.

EMBRAER. **EMBRAER apresenta versão do avião IPANEMA com motor a álcool**. 2002. Disponível em: <https://embraer.com/br/pt/noticias?slug=1864-embraer-apresenta-versao-do-aviao-ipanema-com-motor-a-alcool>. Acesso em: 15 mai. 2023.

EMBRAER. **Ipanema 203** [s.d.]. Disponível em: <https://agricultural.embraer.com/br/pt/ipanema-203>. Acesso em: 6 mai. 2023.

EMBRAPA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. **Custos e Benefícios do Uso da Pulverização Aérea de Agrotóxicos na Agricultura**, [s. l.], n. 39, p. 1-26, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/171524/1/Boletim-PD-39-Custo-e-beneficio-....pdf>. Acesso em: 18 out. 2023.

European Union Aviation Safety Agency (EASA). (2021). **Airworthiness Directives**. Disponível em: <https://www.easa.europa.eu/domains/airworthiness-directives>. Acesso em: 6 mai. 2023.

Federal Aviation Administration (FAA). (2012). **Airworthiness Directives**. Recuperado em 6 de maio de 2023, de https://www.faa.gov/regulations_policies/airworthiness_directives/.

GOLDSTEIN, Andrea. **EMBRAER: from national champion to global player**. 2002. Disponível em: <https://repository.eclac.org/handle/11362/10889?locale-attribute=en>. Acesso em: 18 jun. 2023.

GOMES, Sérgio Bittencourt Varella. **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Brasil). BNDES 60 anos: perspectivas setoriais**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2012. p. 138-185. ISBN: 9788587545442 (v.1)

História da aviação agrícola. **Ministério da Agricultura e Pecuária**, 03 de Dez. De 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/aviacao-agricola/historia-da-aviacao-agricola>. Acesso em: 06 jun. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). **Produção Agrícola Municipal**. Recuperado em 06 de maio de 2023, de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9116-producao-agricola-municipal.html?=&t=downloads>.

JÚNIOR, C. B. **Há 75 anos, nascia a aviação agrícola no Brasil (2022)**. Agroanalysis. 2022, p.46-48.

MAKSOUUD, T.M.A and Seetloo, S. **Wingtips and multiple wings tips effects on wing performance: Theoretical and experime analyses**. 2014. Disponível em: https://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/44583/Maksoud_Wingtips_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

MAPA. Dia Nacional da Aviação Agrícola - 19 de agosto. **Agrolink**, 19 de agosto de 2013. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/dia-nacional-da-aviacao-agricola---19-de-agosto_181012.html. Acesso em 30 jun. 2023.

MHEREB, G.A.; NORDER, L.A.C. **Aviação Agrícola no Brasil: contexto e caracterização**, Confins [Online], 36 | 2018, 28 de julho de 2018. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/13638>; DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.13638>. Acesso em 18 jun. 2023.

MONRONEY, MIKE. **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION JOINT AIRCRAFT SYSTEM/COMPONENT CODE TABLE AND DEFINITIONS (PDF)**. FAA. Acesso em: 18 jun. 2023.

OLIVEIRA, J.L.S.C. **Organização do Sistema Científico e Tecnológico Aeroespacial**. 1969. Disponível em: <https://revista.esg.br/index.php/revistadaesg/article/view/830>. Acesso em: 18 jun. 2023.

PARETO, V. *Cours d'Economie Politique* Professe a l'Universite de Lausanne. V. 1. F. Rouge, 1896.

POWELL, Taman; SAMMUT-BONNICI, Tanya. Pareto analysis. 2014. Disponível em: <https://www.um.edu.mt/library/oar/bitstream/123456789/21815/1/sammut-bonnic%20pareto%20analysis.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2023.

ROYO, J.; PITOMBEIRA, K. Avião pulverizador movido à etanol. 2011. *Jornal Dia de Campo*. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24265&secao=Agrotemas&t=Agrishow%202011>. Acesso em: 15 mai. 2023.

SCHRODER, E.P. **Pulverização eletrostática aérea: experiência e perspectivas no Brasil**. Pelotas: Ed. do autor, 2002. 66 p.

SEAB - Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. (2021). **Aviação Agrícola**. Recuperado em 06 de maio de 2023, de <https://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=90>.

SINDAG. **Dados sobre a aviação agrícola**. Disponível em: <https://sindag.org.br/dados-sobre-a-aviacao-agricola/>. Acesso em: 15 mai. 2023.

SINDAG. **Histórico e perfil da aviação agrícola brasileira**. 2015. Disponível em: https://issuu.com/sindag-sindicatoaeroagricola/docs/agronautas-30.03.2015-_hist__rico_e. Acesso em: 30 jun. 2023.

SINDAG. Hoje se completam 100 anos de aviação agrícola no mundo. 2021. Disponível em: https://sindag.org.br/noticias_sindag/hoje-se-completam-100-anos-de-aviacao-agricola-no-mundo/. Acesso em: 30 jun. 2023.

SOUZA, V. A.; HENKES, J. A. O uso do etanol além da aviação agrícola: Um dos caminhos para a aviação geral. **Revista Brasileira de Aviação Civil & Ciências Aeronáuticas**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 227–266, 2023. Disponível em: <https://rbaccia.em-nuvens.com.br/revista/article/view/32>. Acesso em: 15 mai. 2023.

VENSON, Giuliano Gardolinski. **Conceitos Técnicos em Manutenção Aeronáutica**. 2022a. Formato (Slides). Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia.

VENSON, Giuliano Gardolinski. **Planejamento e Análises de Custos de Manutenção**. 2020. Formato (Slides). Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia.

VENSON, Giuliano Gardolinski. **Publicações Técnicas em Manutenção de Aeronaves**. 2022b. Formato (Slides). Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia.

ZERBINATI, M. História da Aviação Agrícola. **Agrimanagers**, 26 de mai. de 2010. Disponível em: <https://agrimanagers.wordpress.com/2010/05/26/historia-da-aviacao-agricola/>. Acesso em: 06 jun. 2023.