

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC JOÃO LANGSCH NETO

**GERENCIAMENTO DO RISCO OPERACIONAL CONJUNTO:**  
Uma abordagem do apoio à decisão em operações aéreas embarcadas

Rio de Janeiro

2021

CC JOÃO LANGSCH NETO

**GERENCIAMENTO DO RISCO OPERACIONAL CONJUNTO:**  
Uma abordagem do apoio à decisão em operações aéreas embarcadas

Dissertação apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para conclusão do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores.

Orientador: CMG (RM1) Daniel Daher Rodrigues

Rio de Janeiro  
Escola de Guerra Naval  
2021

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço à minha esposa Luciana, alicerce indispensável à confecção deste trabalho, conferindo-me, com desprendimento incondicional, um ambiente familiar harmonioso e incentivador, juntamente com nossos filhos amados Isa e João.

Faço menção também aos 69 pilotos militares de helicópteros da Marinha do Brasil, Exército Brasileiro e Força Aérea Brasileira, que muito ajudaram com sua participação na pesquisa de apoio ao estudo ora desenvolvido. Da mesma forma, também destaco as entrevistas que me foram concedidas pelo Capitão de Fragata Mauro Daiha Alves Pinto, Capitão de Corveta Alexandre Magalhães da Cunha e Capitão-Tenente Bruno Jadson da Silva Lima.

Por fim, agradeço ao meu orientador, Capitão de Mar e Guerra (RM1) Daniel Daher Rodrigues, cujo viés acadêmico contribuiu para o enriquecimento desta dissertação.

“O que pode ser medido, pode ser melhorado.”  
*(Peter Drucker).*

## RESUMO

A modelagem de sistemas de aviação vem sendo estudada como forma de facilitar a identificação de critérios a serem tratados pelo gerenciamento de risco. Não deveria ser diferente com a aviação militar, personagem protagonista na condução de operações conjuntas, atualmente em ascensão no Brasil, sobretudo no que diz respeito às operações aéreas embarcadas. Neste contexto, as técnicas de descrição de componentes desses sistemas são pouco especificadas no âmbito conjunto, além de carregarem singularidades nas esferas de cada Força Armada. Estes aspectos dificultam a concepção de ferramentas eficazes de apoio à decisão em tal cenário operacional, além de poderem prejudicar a identificação de perigos e respectivas análises de risco. O objetivo deste trabalho é apontar bases teóricas correlatas aos recentes precedentes operacionais do contexto estudado, evidenciando a adequabilidade e exequibilidade da concepção de uma ferramenta única de apoio à decisão a ser aplicada no gerenciamento do risco operacional das operações aéreas conjuntas embarcadas. Tal embasamento, propiciado pelo método de Análise Hierárquica de Processo (AHP), pode permitir o adequado tratamento dos riscos envolvidos nas futuras evoluções da interação operacional entre a Marinha do Brasil, Exército Brasileiro e Força Aérea Brasileira.

Palavras-chave: Gerenciamento do risco operacional conjunto; Operações aéreas embarcadas; Ferramentas de apoio à decisão; Método AHP.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Matriz de probabilidade <i>versus</i> gravidade do GRO da Doutrina Conjunta.....	52
Figura 2 – Matriz de probabilidade <i>versus</i> gravidade do GRO da doutrina da MB.....	53
Figura 3 – Planilha de GRO do Esquadrão HU-2 (frente).....	54
Figura 4 – Planilha de GRO do Esquadrão HU-2 (verso).....	55
Figura 5 – Planilha de GRO do Esquadrão HU-41 (frente).....	56
Figura 6 – Planilha de GRO do Esquadrão HU-41 (verso).....	57
Figura 7 – Parte III do FGR do CAVEx.....	58
Figura 8 – Parte IV do FGR do CAVEx.....	59
Figura 9 – Parte V do FGR do CAVEx.....	60
Figura 10 – Tabela do MSGR do 1º e 3º Esquadrões do 8º GAv da FAB (frente).....	61
Figura 11 – Tabela do MSGR do 1º e 3º Esquadrões do 8º GAv da FAB (verso).....	62
Figura 12 – Escala fundamental de <i>Saaty</i> .....	63
Figura 13 – Índice randômico de consistência por número de critérios.....	64
Figura 14 – Ilustração hierárquica dos critérios do GRO das operações aéreas.....	83

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Possíveis critérios do GRO de operações aéreas conjuntas embarcadas.....	72
Tabela 2 – Comparação de importâncias relativas dos critérios do GRO.....	86
Tabela 3 – Comparação de importâncias relativas dos subcritérios do Fator Humano.....	89
Tabela 4 – Comparação de importâncias relativas dos subcritérios do Fator Material.....	92
Tabela 5 – Comparação de importâncias relativas dos subcritérios do Fator Operacional.....	94

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Análise Hierárquica de Processo
BAeNSPA	Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia
BAvEx	Batalhão de Aviação do Exército
CAvEx	Comando de Aviação do Exército
CheAvi	Chefe do Departamento de Aviação
CIDOC	Comissão Interescolar de Doutrina de Operações Conjuntas
CRM	<i>Corporate Resources Management</i>
DH	Desempenho Humano
EB	Exército Brasileiro
EVAM	Evacuação Aeromédica
FA	Força(s) Armada(s)
FAB	Força Aérea Brasileira
FGR	Formulário de Gerenciamento do Risco
GAv	Grupo de Aviação
GRO	Gerenciamento do Risco Operacional
HU-2	2º Esquadrão de Helicópteros de Emprego Geral
HU-41	1º Esquadrão de Helicópteros de Emprego Geral do Norte
IA	Infraestrutura Aeroportuária
IC	Índice de Consistência
IPEV	Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voo
IR	Índice Randômico de Consistência
ITA	Infraestrutura de Tráfego Aéreo
MB	Marinha do Brasil
MSGR	Método SIPAER de Gerenciamento do Risco

NAM	Navio Aeródromo Multipropósito
NDM	Navio-Doca Multipropósito
NI	Norma Interna
OVN	Óculos de Visão Noturna
PHM	Porta-Helicópteros Multipropósito
RC	Razão de Consistência
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
UAe	Unidade Aérea

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 HISTÓRICO RECENTE DE OPERAÇÕES AÉREAS CONJUNTAS NO BRASIL</b>	<b>15</b>
2.1 Navio Doca Multipropósito “Bahia” .....	15
2.2 Navio-Aeródromo Multipropósito “Atlântico” .....	19
2.3 Conclusões parciais das potencialidades identificadas.....	21
<b>3 DOCTRINA BRASILEIRA VIGENTE</b> .....	<b>24</b>
3.1 Gerenciamento do risco operacional conforme a doutrina conjunta vigente .....	24
3.2 Gerenciamento do risco operacional de operações aéreas na Marinha do Brasil.....	25
3.3 Gerenciamento do risco operacional no Exército Brasileiro .....	28
3.4 Gerenciamento do risco operacional na Força Aérea Brasileira .....	30
3.5 Lacunas e similaridades exploráveis em proveito da doutrina conjunta .....	32
<b>4 APOIO TEÓRICO EM LITERATURA EXTRA DOCTRINÁRIA</b> .....	<b>36</b>
4.1 Método AHP.....	38
4.2 Possíveis aplicações do método AHP ao GRO das operações aéreas conjuntas.....	39
4.2.1 Matriz de comparação de importâncias relativas entre critérios do GRO .....	42
4.2.2 Matriz de comparação de importâncias relativas dos aspectos do fator humano .....	43
4.2.3 Matriz de comparação de importâncias relativas dos aspectos do fator material.....	44
4.2.4 Matriz de comparação de importâncias relativas dos aspectos do fator operacional .....	44
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>48</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>52</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente complexidade dos ambientes operacionais contemporâneos pode ser interpretada como um fator motivador de busca de novas ferramentas que contemplem os desafios intrínsecos à solução dos problemas militares atuais. Em um contexto estreitamente relacionado às evoluções mencionadas, o Brasil tem incrementado a condução de operações militares com o envolvimento das suas três Forças Armadas (FA).

Especificando tal cenário, este trabalho abordará o caráter inovador das operações conjuntas brasileiras, sobretudo aquelas com embarque de aeronaves em meios navais, recentemente dinamizadas pela retomada da aviação de asa rotativa de médio porte. Para tal, o objeto de pesquisa está relacionado às experiências pertinentes a bordo dos meios da Marinha do Brasil (MB), Navio Doca Multipropósito (NDM) “Bahia” e Navio-Aeródromo Multipropósito (NAM<sup>1</sup>) “Atlântico”. Neste sentido, é possível associar as inovações no cenário conjunto às prementes necessidades de sua sistematização, principalmente, no que diz respeito às etapas do Gerenciamento do Risco Operacional (GRO) e as peculiaridades das operações aéreas embarcadas.

Como componente significativo do campo em estudo, ressalta-se que as técnicas de descrição de componentes de sistemas de aviação são pouco especificadas e dificultam a concepção de recursos adequados de apoio à decisão. Dessa forma, a modelagem de sistemas como esses vem sendo estudada para facilitar a identificação de critérios de gerenciamento de risco (NASCIMENTO et al., 2016). Tal relação de causa e efeito não deveria ser diferente para a aviação militar, elemento protagonista na condução de operações conjuntas, atualmente em ascensão no Brasil, sobretudo no que diz respeito às operações aéreas embarcadas.

---

<sup>1</sup> Originalmente incorporado à MB como Porta-Helicópteros Multipropósito (PHM) “Atlântico”, teve sua denominação alterada para NAM em virtude da sua capacidade de operar com aeronaves remotamente pilotadas, além daquelas que se utilizam do recurso do pouso vertical (BRASIL, 2020a).

No contexto atual, o embarque de helicópteros em navios caracteriza uma demanda operacional importante, pois dinamiza as capacidades operacionais de tais meios navais, como velocidade, mobilidade e autonomia (DO NASCIMENTO, 2012).

Por outro lado, admite-se que a inserção de meios aéreos do Exército Brasileiro (EB) e Força Aérea Brasileira (FAB) nas operações conjuntas com embarque em meios da MB pode demandar adequações da Doutrina de Operações Conjuntas vigente. Segundo Do Nascimento (2012), do ponto de vista do GRO no cenário ora vislumbrado, é possível inferir que o risco total a ser gerenciado corresponde a um somatório dos riscos afetos às operações das aeronaves e àqueles particulares aos navios. Tal inferência pode ser associada à complexidade e abrangência das tarefas básicas do Poder Naval e à diversidade das possíveis operações e ações de guerra naval, ainda que em caráter de adestramento e preparo para emprego (BRASIL, 2017a).

Quanto à base de soluções prévias que podem ser associadas ao GRO nas operações aéreas conjuntas, com ênfase no embarque em meios navais da MB, devem ser analisadas as doutrinas singulares vigentes no âmbito de cada FA. Esta especificação faz-se necessária, já que a atual doutrina de operações conjuntas aborda o GRO, exclusivamente, em termos de apoio à decisão relacionada a adversidades eventualmente impostas por um dado oponente no ambiente operacional considerado (BRASIL, 2020b). Ressalta-se que tal abordagem não sofreu alterações significativas mesmo após a recente incorporação de notas escolares da Comissão Interescolar de Doutrina de Operações Conjuntas (CIDOC<sup>2</sup>) relacionadas ao GRO. Dessa forma, pretende-se analisar as doutrinas particulares das três FA com o objetivo de evidenciar seus principais pontos de aderência, além de eventuais lacunas a serem preenchidas por uma abordagem conjunta do GRO no contexto ora em estudo.

---

<sup>2</sup> Trata-se de uma comissão instituída em 2012, no âmbito do Ministério da Defesa, criada com o fim de padronizar o ensino doutrinário de operações conjuntas nas Escolas de Altos Estudos Militares das FA, além da Escola Superior de Guerra (BRASIL, 2012a).

Como base de soluções potenciais, admite-se que as experiências de operações aéreas conjuntas a bordo do NDM “Bahia” e NAM “Atlântico”, entre os anos de 2018 e 2021, possam sugerir diretrizes para uma doutrina conjunta de GRO neste contexto operacional.

Para isso, este estudo tratou de identificar carências doutrinárias atuais que possam ser atenuadas por metodologias pertinentes extra FA, associando-as a possíveis atualizações da doutrina conjunta de GRO. Estabelecidas tais relações, o trabalho buscará consolidar as experiências das operações citadas, delimitando como objeto de estudo a qualificação de pilotos das três FA para o pouso a bordo dos navios em questão, ocorrida entre os anos de 2018 e 2021, além do respectivo processo de gerenciamento de riscos. Assim, como propósito deste trabalho, espera-se evidenciar a adequabilidade e exequibilidade de uma doutrina conjunta de GRO em operações aéreas, aplicável às variadas circunstâncias de emprego de aeronaves, qualquer que seja a FA de origem, enfatizadas as peculiaridades do embarque em meios navais.

De maneira coerente com o propósito definido, admite-se a hipótese de compatibilidade entre as arquiteturas sistêmicas dos operadores de aeronaves da MB, EB e FAB. Como reflexo dessa suposição, as FA poderiam ser assistidas por iguais ferramentas de apoio à decisão nas operações aéreas embarcadas, como no auxílio da planilha de GRO. No que diz respeito à metodologia utilizada para este trabalho, trata-se de uma pesquisa exploratória, quanto às perspectivas de adoção de uma doutrina conjunta de GRO em operações aéreas, e um estudo comparativo, no que tange às avaliações das metodologias de GRO de cada FA.

Para atingir o propósito mencionado, o trabalho foi estruturado em cinco seções. A corrente seção de introdução tem por objetivo apresentar o tema e delimitar suas abordagens no contexto escolhido. A seção seguinte trata do histórico recente de operações conjuntas no Brasil que se relacionam com o objeto de estudo. A terceira seção visa a apresentar, de forma abreviada, os aspectos doutrinários das FA, singulares e conjuntos, pertinentes ao GRO das operações aéreas conjuntas com embarque de aeronaves em meios navais.

Ampliando a abordagem do estudo para além do meio militar, a penúltima seção contém os aspectos teóricos necessários para embasar o desenvolvimento argumentativo, utilizando-se a teoria da análise hierárquica de processos<sup>3</sup> e seus conceitos correlatos. Por fim, a seção de conclusão trata da concatenação dos elementos factuais dos casos pesquisados à teoria abordada, de forma a sugerir uma ampliação da doutrina vigente de operações conjuntas, especificamente do GRO em operações aéreas embarcadas.

Uma vez exposta a estrutura do trabalho, fica claro que o estudo ora em desenvolvimento não tem a pretensão de esgotar o assunto GRO em operações conjuntas, já que há uma série de ferramentas passíveis de utilização não abrangidas. Neste sentido, a pesquisa busca contribuir com uma pequena parcela dentro de um sistema complexo que é a doutrina conjunta de GRO para operações aéreas, especificando metodologias aplicáveis ao embarque de aeronaves das três FA nos meios navais da MB.

---

<sup>3</sup> Do original: “*Analytic Hierarchy Process (AHP)*” (tradução do autor). Trata-se de uma abordagem do processo de tomada de decisão baseada em aspectos racionais e intuitivos, por meio da comparação de critérios contidos no sistema em questão, com ranqueamento das possíveis alternativas e prioridades. (SAATY; VARGAS, 2012).

## **2 HISTÓRICO RECENTE DE OPERAÇÕES AÉREAS CONJUNTAS NO BRASIL**

Como especificado na introdução, esta seção é destinada a abordar os aspectos mais relevantes dos precedentes brasileiros de operações conjuntas, com ênfase nas operações aéreas embarcadas nos meios da MB. Com relação a tais meios, destaca-se que suas capacidades foram fator preponderante na evolução dessas operações, já que a recente retomada do embarque de helicópteros de médio porte, como os que são comuns às três FA brasileiras, pode ser relacionada diretamente à entrada em serviço de dois navios da MB.

Estabelecida esta relação de causa e efeito com os meios envolvidos, o horizonte temporal analisado inicia-se com a incorporação do NDM “Bahia”, em março de 2016 (BRASIL, 2016), abrangendo passagens relevantes de sua ascensão operacional. Em um contexto análogo, a aquisição do NAM “Atlântico”, em junho de 2018 (BRASIL, 2018a), também compõe o cenário sob análise, a ser ampliado a fim de evidenciar marcos operacionais no campo conjunto, com ênfase nas operações aéreas embarcadas. Para facilitar a identificação das evidências observáveis, esta seção está dividida em três subseções, que abordam as especificidades operacionais do NDM e do NAM, além das conclusões parciais das potencialidades identificadas nas primeiras interações entre as FA a bordo dos navios da MB.

### **2.1 Navio Doca Multipropósito “Bahia”**

Incorporado à MB em março de 2016, pode-se dizer que o NDM “Bahia” foi o navio que resgatou as operações aéreas de helicópteros dos diversos portes existentes na Força, tanto em condições diurnas como noturnas (DE MARTINI, 2018). Segundo o mesmo autor, o navio ainda se destaca neste campo por possuir dois conveses de voo, com capacidade para operar, de forma simultânea, até três aeronaves do modelo *Airbus* H225M, denominado UH-15 *Super Cougar* na MB, um dos seus maiores helicópteros em serviço.

As capacidades conferidas pelo “Bahia” à MB podem ser retratadas por diversos marcos posteriores à sua incorporação, como a validação de “envelopes de vento”<sup>4</sup> e operações conjuntas, parcialmente ampliadas por este estudo. Conforme o propósito deste trabalho, os eventos cujas citações facilitem a compreensão dos aspectos conjuntos pertinentes devem ser priorizados, com ênfase no embarque de aeronaves nos navios considerados.

Como uma das passagens significativas de sua operação inicial, em março de 2017, o NDM passou por uma campanha de validação de envelopes de vento, cujo propósito foi testar tais parâmetros dos helicópteros em operação na MB (BRASIL, 2017b). De acordo com a referência, também se avaliou, ainda que em condições de voo visual, perfis de voo para pouso a bordo em condições de voo por instrumentos, consolidando a certificação do navio para operações aéreas diurnas. Em adição a este marco, em setembro do mesmo ano, foram conduzidos os primeiros pousos noturnos, realizados pelas aeronaves AH-11A *Super Lynx* e UH-15 *Super Cougar*, ampliando as capacidades operacionais do navio (BRASIL, 2017c).

Iniciando as interações entre as FA que podem ser classificadas como conjuntas, em maio de 2018, houve o primeiro pouso a bordo no “Bahia” de uma aeronave do EB (WILTGEN, 2018). Segundo o autor, um helicóptero do modelo Pantera K2, da Aviação do Exército, pousou no navio, que estava atracado no porto de Santos, em proveito de ações de segurança conduzidas à época nas instalações portuárias.

Nessa oportunidade, não houve nenhum tipo de preparação teórica ou treinamentos práticos com acompanhamento de pilotos da MB anteriores ao pouso em si (PINTO, 2021)<sup>5</sup>. O autor também destacou que a tripulação era composta por dois pilotos do EB e pontuou que as únicas coordenações prévias do recebimento da aeronave foram feitas por contato telefônico entre o Chefe do Departamento de Aviação (CheAvi) do NDM e o Comandante da aeronave.

---

<sup>4</sup> Dado operacional de uma aeronave composto, entre outros, pelos limites dos parâmetros de direção e intensidade do vento predominante no convés de voo, ou convoo, de um navio, dentro dos quais o meio aéreo tem condições seguras para o pouso a bordo (BRASIL, 2020c).

<sup>5</sup> Entrevista concedida ao autor pelo Capitão de Fragata Mauro Daiha Alves Pinto (APÊNDICE A).

O contato entre o CheAvi e a tripulação do Pantera K2 cobriu aspectos básicos para o pouso, como sinais visuais, tipos de aproximação e entrada, além de condições de vento (PINTO, 2021). Segundo o autor, o único pouso realizado transcorreu em condições de vento calmo e não exigiu nenhum requisito de qualificação para os pilotos. Além disso, também se destacou que as planilhas de GRO da aeronave e do navio não foram debatidas e que, de forma conservadora, o nível de decisão do gerenciamento do navio foi o do seu Comandante.

Em incremento da sua capacidade operacional, em outubro de 2018, o NDM tomou parte no que se configurou como o primeiro estágio de pouso a bordo para pilotos de asas rotativas da FAB (BRASIL, 2018b). Conforme a mesma fonte, o estágio constou de uma fase preparatória terrestre, teórica, seguida da etapa prática no mar, com o navio fundeado nas proximidades da Ilha Grande, Rio de Janeiro (RJ), e acompanhamento de dois oficiais observadores do EB. A Unidade Aérea (UAe) da FAB participante do evento foi o 3º Esquadrão do 8º Grupo de Aviação (GAv), o Esquadrão Puma, sediado em Santa Cruz – RJ, operador do mesmo modelo *Airbus H225M* da MB, denominado na FAB de H-36 “Caracal”.

Nesse marco operacional das FA brasileiras, foram qualificados quatro oficiais do Esquadrão Puma, que realizaram 18 pousos com diferentes tipos de aproximação e entrada no convoo (BRASIL, 2018c). Segundo a referência, este estágio, ainda que de forma incipiente, estimulou a interoperabilidade entre as FA, uma vez que abriu o precedente da atuação ampliada de vetores aéreos a partir de uma plataforma móvel, uma realidade distinta e mais versátil do emprego do meio aéreo que aquelas que são vivenciadas por EB e FAB.

Destaca-se que antes da fase prática no mar, houve *briefing* geral a bordo do navio com todas as tripulações envolvidas, escaladas de forma intercalada, sempre com a presença de um aviador naval, qualificador, e um piloto da FAB, em qualificação (PINTO, 2021). Conforme a fonte, as planilhas de GRO das aeronaves envolvidas e do navio foram tratadas de forma independente, apesar de terem sido alvo de comentários durante o *briefing*.

Dentre outras peculiaridades desse primeiro estágio de pouso a bordo, pode-se destacar que a UAe da MB escolhida para promover as interações iniciais necessárias com os representantes das outras FA é operadora do *Airbus H225M* (BRASIL, 2018b). Neste contexto, a escolha facilitou a troca de experiências entre os pilotos de um mesmo modelo que integraram a operação, otimizando a passagem de conhecimentos específicos aos procedimentos do binômio navio-aeronave, além dos demais recursos de apoio oferecidos pelo navio.

Em novembro de 2018, o “Bahia” também tomou parte em um exercício conjunto coordenado pelo Ministério da Defesa, a Operação “Atlântico V” (BRASIL, 2018d). A mesma citação também aponta que uma das evoluções do exercício abrangeu o pouso a bordo de uma aeronave da FAB, simulando uma Evacuação Aeromédica (EVAM) do navio para terra.

Em ampliação aos dados afetos à Operação “Atlântico V”, verificou-se que a aeronave da FAB que pousou a bordo do “Bahia” foi do modelo *Airbus H225M*, configurando a segunda oportunidade de operação deste helicóptero no NDM (PINTO, 2021). O entrevistado ainda afirmou que o pouso, realizado por piloto que havia pousado no navio no mês anterior, foi precedido de um *briefing* a bordo com a tripulação envolvida, composta por dois pilotos da FAB, e não exigiu atualização de qualificação da tripulação. Também destacou que as condições de pouso foram similares às de outubro, uma vez que o NDM estava fundeado, colocando, mais uma vez, que as planilhas de GRO foram tratadas de forma independente.

Como evolução mais recente da interoperabilidade das FA no contexto em estudo, destaca-se a qualificação em pouso a bordo de pessoal do Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voo (IPEV), em junho de 2021 (BRASIL, 2021a). A referência pontua que três pilotos de ensaio do IPEV, uma organização da FAB, participaram do treinamento. Neste caso específico, a qualificação foi composta por três etapas, a primeira em solo, teórica, a segunda, com pousos no aeródromo da Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia (BAeNSPA), simulando o pouso a bordo, e a terceira, no mar, com o navio navegando.

O episódio do IPEV diferencia-se dos outros abordados até o momento, já que foi conduzido por pessoal e meios da MB, além de ter sido a primeira oportunidade do pouso de pilotos de helicópteros extra MB a bordo de um navio navegando (CUNHA, 2021)<sup>6</sup>. O entrevistado afirmou que a qualificação dos pilotos da FAB foi feita em um *Airbus H225M* do 2º Esquadrão de Helicópteros de Emprego Geral (Esquadrão HU-2), UAe da MB, com pilotos da FAB que não tinham nenhuma experiência prévia com operações aéreas embarcadas. Ainda segundo a mesma fonte, todos os procedimentos preparatórios, como adestramentos teóricos, *briefings* e simulações práticas observaram as padronizações da MB, mesmo caso das planilhas de GRO utilizadas, vigentes no HU-2 à época.

Sobre a cinemática de eventos da qualificação dos três pilotos do IPEV, destaca-se que se decidiu por adotar uma sequência crescente de dificuldade (CUNHA, 2021). Tal colocação, formulada por um dos aviadores navais que exerceram o papel de piloto qualificador, também ampliou que os primeiros pousos foram conduzidos com o NDM fundeado. Além disso, ainda colocou que, durante o revezamento da tripulação da aeronave, os pilotos da FAB que aguardaram no “Bahia” a sua oportunidade de qualificação, demandaram um tempo de adaptação aos movimentos do navio navegando.

## **2.2 Navio-Aeródromo Multipropósito “Atlântico”**

Integrado à MB em junho de 2018, o “Atlântico” destaca-se por sua capacidade de operações aéreas, podendo operar com até sete aeronaves no convoo, além de outras 12 hangaradas (BRASIL, 2018a). Na linha da retomada de operações aéreas de helicópteros de diferentes portes na MB capitaneada pelo “Bahia” (DE MARTINI, 2018), infere-se que o “Atlântico” otimizou esta dinâmica. Tal inferência pode ser corroborada por operações como a “Poseidon” e a “Urano”, além de diversos marcos antecedentes abordados por este trabalho.

---

<sup>6</sup> Entrevista concedida ao autor pelo Capitão de Corveta Alexandre Magalhães da Cunha (APÊNDICE B).

Após a sua incorporação, o NAM passou por verificações e vistorias necessárias à sua ascensão operacional. Tal processo contou com eventos como as primeiras operações noturnas ou com o auxílio de Óculos de Visão Noturna (OVN). Neste contexto, desde março de 2020, o navio é certificado para controlar operações aéreas em condições de voo por instrumentos (BRASIL, 2019a), além de ter sido o pioneiro da MB em operações embarcadas com o auxílio de OVN, conduzidas pela primeira vez em agosto de 2020 (BRASIL, 2020d).

Admitido o precedente do “Bahia”, os marcos operacionais mencionados podem ser interpretados como um prenúncio do que estaria por vir acerca do desenvolvimento das operações aéreas conjuntas, com ênfase no embarque de aeronaves, mote deste trabalho. Esta colocação pode ser respaldada pelos pousos a bordo do “Atlântico” de aeronaves do EB e da FAB, como ocorrido em outubro de 2020 (BRASIL, 2020e) e maio de 2021 (BRASIL, 2021b), ambos ampliados por meio de entrevistas conduzidas em proveito deste trabalho.

A Operação “Poseidon” foi a primeira oportunidade de emprego de aeronaves das três FA (*Airbus H225M*) a bordo do NAM, na operação conjunta que promoveu, em outubro de 2020, a qualificação de pilotos do EB e da FAB (BRASIL, 2020e). De acordo com a mesma fonte, em moldes idênticos à escalada de operações a bordo do NDM, esses primeiros pousos foram executados com o navio fundeado na Baía de Sepetiba – RJ. Além disso, a fase prática da qualificação também foi precedida por treinamentos teóricos e práticos na BAENSPA, e as UAe participantes foram o Esquadrão HU-2 (MB), 1º Batalhão de Aviação do Exército (EB) e o Esquadrão Puma (FAB).

Todos os pousos foram executados por tripulações mistas, compostas por um piloto qualificador da MB e outro piloto da FAB ou EB em qualificação (LIMA, 2021)<sup>7</sup>. De acordo com o entrevistado, houve pilotos da FAB com experiência prévia de pouso a bordo do “Bahia” e as planilhas de GRO das aeronaves e do navio foram tratadas de forma independente.

---

<sup>7</sup> Entrevista concedida ao autor pelo Capitão-Tenente Bruno Jadson da Silva Lima (APÊNDICE C).

Quanto às evoluções das operações aéreas conjuntas embarcadas, a “Poseidon” envolveu meios das três FA sob coordenação única, inclusive, com adestramentos específicos correlatos, como os conduzidos em proveito das operações especiais (BRASIL, 2020e). Tal colocação evidencia diversas perspectivas de emprego de aeronaves nestes cenários, como as ações de infiltração, terrestres e aquáticas, treinadas em proveito da “Poseidon”.

Com a mesma abordagem da “Poseidon”, a Operação “Urano”, conduzida em março de 2021, deu continuidade às interações conjuntas entre as FA com operações embarcadas em meios da MB, mais uma vez a bordo do NAM (BRASIL, 2021b). Conforme a referência, o embarque dos meios do EB e da FAB marcou a requalificação dos pilotos envolvidos na “Poseidon”, além de possibilitar a condução de adestramentos correlatos.

Os eventos preparatórios foram conduzidos como na “Poseidon”, entretanto, as tripulações das aeronaves do EB e FAB não contaram com a composição mista anteriormente aplicada, sendo escaladas apenas com pilotos das respectivas FA (LIMA, 2021). Além disso, novamente, as planilhas de GRO das aeronaves e do navio foram tratadas de forma independente e, desta vez, houve operação simultânea de aeronaves no convoo.

### **2.3 Conclusões parciais das potencialidades identificadas**

Analisados os casos estudados, é possível identificar uma evolução cronológica de complexidade das operações conjuntas com embarque de aeronaves em meios da MB, destacados os navios com maior capacidade aérea da Força, o “Bahia” e o “Atlântico”. Posto isto, de acordo com os dados levantados, é possível utilizar alguns parâmetros para facilitar a identificação da citada evolução. Neste sentido, podem ser destacados aspectos como as fases preparatórias, teóricas e práticas, *briefings*, condições de operação do navio, atracado, fundeado ou navegando, composição de tripulações, mistas ou não, requisitos de qualificação, e procedimentos associados às planilhas de GRO.

Quanto às fases preparatórias e *briefings*, com exceção do pouso do Pantera K2 do EB a bordo do NDM, todas as experiências abordadas evidenciaram uma sequência de eventos que pode ser interpretada como adequada à complexidade da operação embarcada. O mesmo pode-se dizer das condições de operação do navio, já que o primeiro evento considerado tratou de um pouso a bordo do NDM atracado e o mais recente, também a bordo do “Bahia”, foi concluído com os primeiros pousos de pilotos da FAB a bordo do navio navegando. Admite-se que tal crescente de dificuldade deve ter facilitado a adaptação dos pilotos em qualificação, além da evolução de sua proficiência, sobretudo quando se considera o papel de qualificadores desempenhado pelos aviadores navais nas tripulações mistas.

Sobre os requisitos de qualificação, os dados levantados não foram considerados suficientes para identificar boas práticas associadas ao processo, pelo menos nada além da condição de pilotos observadores nas aeronaves antes que iniciem suas qualificações. Neste aspecto, supõe-se que o prosseguimento periódico de operações conjuntas como a “Poseidon”, “Urano” e a conduzida em proveito do IPEV possa contribuir para o estabelecimento preciso dos requisitos necessários, se é que seriam distintos dos observados pela MB. Ainda neste campo, outro fator que pode ser considerado está relacionado aos períodos de adaptação a bordo dos navios que podem ser necessários aos pilotos do EB e da FAB, principalmente nas interações com o navio navegando, como sugeriu o dado levantado na experiência do IPEV.

Com relação aos procedimentos associados às planilhas de GRO, seu processamento independente de aeronaves e navios, em todos os casos analisados, pode indicar uma oportunidade de melhoria das operações aéreas conjuntas embarcadas. Tal conclusão parcial apoia-se na ausência de trocas de informações mais contundentes sobre o gerenciamento de risco efetuado por cada aeronave da MB, EB e FAB, sobretudo quando se considera a operação simultânea de aeronaves, já concretizada na Operação “Urano”.

De forma a ampliar as vulnerabilidades potencialmente associadas à coordenação entre Forças, entende-se como necessária a análise de aspectos doutrinários, conjuntos e singulares, que permitam identificar lacunas e similaridades que possam ser trabalhadas. Tal inferência visa a melhorar a contextualização operacional de cada FA, aplicando-a ao cenário das operações conjuntas com embarque de aeronaves em meios navais da MB.

Nesse sentido, a tentativa de compatibilização do contexto operacional das FA pode ser interpretada como indispensável à concepção de ferramentas de apoio à decisão aplicáveis, simultaneamente, à MB, EB e FAB. Ressalta-se que tal tentativa está estreitamente relacionada ao propósito deste trabalho, de evidenciar a adequabilidade e exequibilidade de uma doutrina conjunta de GRO em operações aéreas, aplicável às variadas circunstâncias de emprego de aeronaves, qualquer que seja a FA de origem, com ênfase no embarque em meios navais.

Uma vez ampliado o histórico recente das operações aéreas conjuntas no Brasil, a busca da evidenciação citada, sobre possíveis inovações da doutrina conjunta em vigor, deve ser calcada na identificação de lacunas e similaridades doutrinárias pertinentes. Após identificar tais aspectos, a abordagem comparativa das peculiaridades afetas à MB, EB e FAB pode indicar pontos a serem explorados em proveito da doutrina conjunta, como no trato de ferramentas de apoio à decisão, caso das planilhas de GRO, comuns às três FA. A ampliação da metodologia empregada pelos âmbitos conjunto e singulares aos recursos de gerenciamento de risco deve facilitar a concepção de diretrizes relacionadas à elaboração de tais planilhas ou formulários.

### **3 DOCTRINA BRASILEIRA VIGENTE**

Esta seção é destinada a apresentar, de forma abreviada, os aspectos doutrinários das FA, conjuntos e singulares, pertinentes ao GRO das operações aéreas conjuntas com embarque de aeronaves em meios navais. Dessa forma, pretende-se identificar aspectos conceituais e metodológicos pertinentes em cada âmbito estudado, evidenciando lacunas e similaridades que possam ser exploradas em proveito de inovações doutrinárias. Neste sentido, tais evoluções podem depreender uma doutrina conjunta de GRO para operações aéreas, específica ao embarque de aeronaves das três FA nos meios navais da MB. Com o intuito de delimitar a abordagem pretendida, deve-se priorizar a identificação de ferramentas de apoio à decisão que possam ser aplicadas pelas três FA no contexto considerado.

#### **3.1 Gerenciamento do risco operacional conforme a doutrina conjunta vigente**

Segundo a Doutrina de Operações Conjuntas, o GRO está relacionado à “existência de perigos ou ameaças decorrentes de ações adversas advindas das possibilidades do oponente, fatores ambientais e demais incertezas da campanha” (BRASIL, 2020b, p. 235). Esta passagem evidencia a ênfase da abordagem do GRO conjunto nas eventuais adversidades impostas pelo inimigo em um dado ambiente operacional, sem menção dos tipos de operações envolvidas.

Com relação às definições pertinentes, como as afetas aos níveis de decisão do risco, em caso de condições inaceitáveis, devem-se buscar autoridades de escalão superior para que o gerenciamento seja dado no nível adequado (BRASIL, 2020b). Neste caso, mais uma vez, a abordagem genérica da doutrina não permite extrapolações que se adequem aos diversos ambientes em que as operações conjuntas podem ser desenvolvidas. Apesar disso, a publicação compreende outros pontos relevantes do processo de GRO, como necessidade de interação de partes interessadas durante o planejamento de uma operação, ou os principais passos a serem seguidos em proveito do fluxograma de um gerenciamento de risco adequado.

Outro aspecto relevante da doutrina conjunta diz respeito à matriz de probabilidade *versus* gravidade de análise do GRO (FIGURA 1, ANEXO A), cuja interpretação deve balizar o tratamento dos riscos identificados (BRASIL, 2020b). Como visualizado na ilustração referenciada, as possíveis classificações de gravidade de um evento podem ser quatro, catastrófica, severa, média e leve. Por outro lado, as probabilidades são categorizadas como muito provável, provável, pouco provável e improvável, compondo, da mesma forma, quatro possibilidades. Em complemento, como resultado da interação entre as duas variáveis, qualquer evento analisado sob a óptica dessa matriz pode ser associado a um nível de risco crítico, alto, moderado, baixo e desprezível.

Apesar das ampliações dedicadas à matriz de risco, a Doutrina de Operações Conjuntas vigente não contempla ferramentas de apoio à decisão que possam ser relacionadas aos diferentes níveis de risco e respectivos decisores, como planilhas de GRO. Tal lacuna dificulta associações com a realidade operacional ora em estudo. Sendo assim, os casos pertinentes considerados, afetos à retomada da aviação de asas rotativas de médio porte na MB e seus reflexos no desenvolvimento das operações aéreas conjuntas embarcadas, não se relacionam diretamente com o mote dessa doutrina vigente. Desta forma, admite-se a necessidade de estudar as previsões doutrinárias de cada FA atinentes ao GRO que possam ser compatibilizadas com as evoluções observadas no histórico recente de operações aéreas conjuntas no Brasil, destacando possíveis ferramentas de apoio à decisão.

### **3.2 Gerenciamento do risco operacional de operações aéreas na Marinha do Brasil**

A MB trata do assunto no âmbito da Aviação Naval, já que ele é objeto do Manual de Segurança de Aviação da MB, com abordagem preventiva do gerenciamento da escassez de recursos em prol dos benefícios de uma operação (BRASIL, 2018e). Além disso, o GRO é apontado como um recurso extra na redução dos riscos intrínsecos às operações militares.

Afeto à prevenção de acidentes aeronáuticos, o GRO visa a antecipar circunstâncias indesejáveis, sendo aplicável a casos que possam gerar impacto à segurança, como, entre outros, alterações operacionais ou organizacionais relevantes (BRASIL, 2018e). Ainda nesta linha, a publicação estabelece níveis de aplicação desse processo de gerenciamento, segundo uma solução de compromisso das variáveis de tempo, recursos e complexidade das situações envolvidas, com três classificações do GRO, em tempo crítico, deliberado e em profundidade.

Resumidamente, o processo em tempo crítico trata de condições emergenciais ou outras associadas à exiguidade de tempo, variável que cresce em disponibilidade nos outros níveis (BRASIL, 2018e). Segundo a referência, a vertente deliberada pode abranger futuras operações, adestramentos ou alterações de procedimentos operacionais, abordagem semelhante à do GRO em profundidade, aplicável ao planejamento de operações complexas e inserção de novos meios, com prazos mais dilatados.

Outro aspecto relevante da doutrina da MB trata da matriz de probabilidade *versus* gravidade de análise do GRO (FIGURA 2, ANEXO B) e classificações dos riscos considerados (BRASIL, 2018e). Conforme evidenciado pela ilustração, a gravidade de um evento pode ser catastrófica, crítica, significativa, pequena ou insignificante, já a probabilidade enquadra-se em frequente, ocasional, remota, improvável ou muito improvável. Em suma, a referência coloca que o cruzamento dessas duas variáveis pode resultar em três níveis de risco, aceitável, tolerável ou inaceitável, sendo este último, potencialmente relacionado a uma redução de autonomia do decisor, circunstância não abrangida pela Doutrina Conjunta.

Com relação à instrumentalização do GRO na MB, as planilhas de risco permitem o cálculo dos riscos totais associados a uma operação, por meio do somatório de pesos atribuídos a cada perigo (BRASIL, 2018e). De acordo com a referência, o resultado final é enquadrado em intervalos de pontuação que são associados a diferentes níveis de decisão.

Em ampliação ao uso das planilhas de GRO, destacam-se benefícios como a preservação de precedentes conhecidos de uma UAe ou a padronização operacional (BRASIL, 2018e). A norma ainda estabelece etapas da elaboração de tais ferramentas, como a seleção de fatores de risco e a atribuição de valores e faixas numéricas do risco total, no entanto, sem apresentar uma planilha específica. A publicação não prevê perigos diretamente relacionados às operações aéreas conjuntas embarcadas.

Dado o histórico recente de operações aéreas conjuntas no Brasil, destaca-se o modelo de aeronave *Airbus H225M*. Atualmente, a MB conta com duas UAe que operam este helicóptero, o HU-2, (BRASIL, 2015), e o 1º Esquadrão de Helicópteros de Emprego Geral do Norte, o HU-41 (BRASIL, 2019b), cujas planilhas de GRO, objetos de normas internas dos Esquadrões, foram analisadas para contextualizar o emprego desta aeronave no âmbito naval.

A planilha de GRO do HU-2<sup>8</sup> prevê perigos afetos ao fator operacional, máquina e meio ambiente (FIGURA 3, ANEXO C), além do campo humano e graus de risco, aceitável, tolerável, moderado, alto e crítico (FIGURA 4, ANEXO D). Detalhando essa ferramenta de apoio à decisão do Esquadrão, constata-se que os critérios em questão conferem diferentes pontuações aos possíveis resultados finais da planilha<sup>9</sup>. Neste aspecto, de forma aproximada, o maior peso é do quesito operacional (48%), seguido do humano (27%), com 14% e 11% de participação dos fatores do meio ambiente e máquina, respectivamente.

Quanto à planilha de GRO do HU-41<sup>10</sup>, os fatores considerados e distribuições de pesos são semelhantes aos do HU-2 (FIGURA 5, ANEXO E), com discretas divergências de nomenclatura. Apesar disso, a grande diferença entre as planilhas diz respeito aos graus de risco, neste caso, aceitável, tolerável e não tolerável (FIGURA 6, ANEXO F), além da inserção de perigos típicos da região amazônica, como a previsão de grandes deslocamentos.

---

<sup>8</sup> Trata-se de um anexo da Ordem Interna nº 60-12B do HU-2, sobre GRO no âmbito da UAe (BRASIL, 2019c).

<sup>9</sup> Para ampliação do entendimento das estimativas dos cálculos associados, vide notas explicativas e indicações gráficas constantes nos ANEXOS C e D.

<sup>10</sup> Trata-se de um anexo da Ordem Interna nº 06-11A do HU-41, sobre GRO no âmbito da UAe (BRASIL, 2020f).

Comparando-se as planilhas de GRO utilizadas pelo HU-2 e HU-41, apesar das diferenças apontadas, é possível identificar certo grau de padronização entre elas e coerência com o Manual de Segurança de Aviação da MB. Tal conclusão parcial indica que a autonomia conferida pela publicação às UAe na elaboração desta ferramenta de apoio à decisão não prejudica o cumprimento da doutrina singular vigente. Entretanto, destaca-se que nenhuma das planilhas analisadas contém perigos que possam ser relacionados diretamente às operações aéreas conjuntas, o que pode ser interpretado como uma oportunidade de melhoria significativa, principalmente quando se considera o histórico recente deste tipo de operação.

### **3.3 Gerenciamento do risco operacional no Exército Brasileiro**

O EB conta com normatização específica afeta ao gerenciamento de risco para a atividade aérea, tratada sob a esfera do Comando de Aviação do Exército (CAvEx), por meio da Norma Interna (NI) / CAvEx nº 7.002 (BRASIL, 2017d). Segundo esta NI, o GRO tem como um de seus objetivos a promoção da segurança de aviação e não prevê circunstâncias que prescindam da aplicação do método de gerenciamento de risco, sendo, portanto, intrínseco às atividades aéreas, quaisquer que sejam os seus tipos, cenários ou ambientes operacionais. A Norma ainda conta com especificidades conceituais detalhadas, além de orientações das aplicações práticas do método de gerenciamento de risco do EB.

Para operacionalizar o método, o CAvEx dispõe do Formulário de Gerenciamento de Risco (FGR), que deve conferir, entre outros, informações precisas aos escalões superiores envolvidos nas autorizações necessárias às missões aéreas (BRASIL, 2017d). Neste contexto, tratado pela referência como uma ferramenta de apoio ao processo decisório, pode-se inferir que o FGR é um recurso análogo às planilhas de GRO utilizadas pela MB. Entretanto, no caso do EB, a ferramenta é aplicada e disseminada nas suas UAe de forma mais específica e direta da que se observa na MB, já que a NI define um FGR completo a ser empregado no seu âmbito.

O preenchimento do FGR é de caráter obrigatório para qualquer operação aérea e é de responsabilidade do piloto operacional ou piloto instrutor a abordagem, antes do voo, dos seus principais pontos com todos os envolvidos na missão (BRASIL, 2017d). Neste quadro, a referência aborda a divisão do FGR em cinco partes, destinadas à identificação da missão e sua tripulação, condições consideradas impeditivas para a operação, perigos ou potenciais de risco genéricos, perigos específicos por tipo de missão e gravidade do risco. Cada parte é ampliada por procedimentos específicos ao uso da ferramenta, além de aspectos conceituais necessários à compreensão do método, destacando-se as ampliações pertinentes à matriz de probabilidade *versus* gravidade de análise do risco, idêntica à utilizada pela MB (FIGURA 2, ANEXO B).

Com relação ao cálculo da probabilidade, o FGR compreende, inicialmente, os perigos genéricos relacionados a recursos humanos, meio ambiente, condições da aeronave, missão e organização (BRASIL, 2017d). Já para o cálculo da gravidade, a referência aborda parâmetros pormenorizados associados a cada possível tipo de missão, como voo solo, de demonstração, com OVN e, inclusive, em ambiente operacional com possibilidade de hostilidades. Especificando o contexto de GRO do EB, a publicação apresenta um FGR padrão da Aviação do Exército a ser utilizado por suas UAe, que, portanto, não possuem autonomia para elaborar planilhas nos seus âmbitos particulares.

A exemplo da MB, o EB também conta com duas UAe que operam o *Airbus* H225M, o 1º e o 4º Batalhão de Aviação do Exército (BAvEx) (LOPES, 2019). A denominação da aeronave adotada pelo EB é HM-4 “Jaguar” e, de acordo com a padronização doutrinária, ambos os operadores fazem uso do mesmo FGR como uma das suas ferramentas de apoio à decisão. Analisando-se o formulário, destaca-se a utilização graduada das suas partes III, afeta aos potenciais de risco genéricos (FIGURA 7, ANEXO G), IV, sobre perigos inerentes ao tipo de missão (FIGURA 8, ANEXO H), e V, afeto aos cálculos das faixas de risco (FIGURA 9, ANEXO I).

Ampliando as partes enunciadas do FGR, constata-se que as categorias utilizadas para o enquadramento dos perigos contribuem com pesos distintos para o cálculo total do risco, classificado em baixo, médio, alto e muito alto, com decisores específicos a cada nível. Neste caso, na parte III do FGR, os aspectos humanos podem chegar a contribuir<sup>11</sup> com até 21% do peso total, ao passo que as contribuições dos fatores relacionados aos meios ou apoios, material, missão e organização podem atingir 23%, 15%, 26% e 15% do total, respectivamente. Por último, apesar do grau de detalhamento dos potenciais de risco no FGR, destaca-se que não há nenhum perigo previsto que possa ser relacionado às operações aéreas conjuntas embarcadas.

### **3.4 Gerenciamento do risco operacional na Força Aérea Brasileira**

No âmbito da FAB, o GRO pode ser associado ao Método SIPAER<sup>12</sup> de Gerenciamento do Risco (MSGR), normatizado por publicação específica, confeccionada com base em precedentes históricos de ocorrências aeronáuticas (BRASIL, 2005). Quanto ao âmbito de aplicação, segundo a referência, o emprego do método é necessário para cada missão prevista, exceto nos casos em que repetições de circunstâncias sugiram a falta desta necessidade. Neste aspecto, ressalta-se que não há detalhamento que evidencie quais seriam as circunstâncias nas quais se poderia dispensar a aplicação do MSGR.

Os elementos a serem gerenciados em um voo são classificados em quatro fatores, humano, máquina, meio ambiente e missão, divididos em subfatores, todos tratados sob a óptica do cruzamento das suas magnitudes de gravidade e probabilidade (BRASIL, 2005). Além disso, a publicação prevê a utilização de dados lançados em tabelas específicas a essas duas grandezas, que, após consolidados, possibilitam o cálculo do risco total máximo de cada missão, cuja decisão de risco é atribuída, exclusivamente, ao Comandante da UAe.

---

<sup>11</sup> Para ampliação do entendimento das estimativas dos cálculos associados, vide notas explicativas e indicações gráficas constantes nos ANEXO G.

<sup>12</sup> Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (BRASIL, 2012b).

Conforme a norma, o fator humano subdivide-se em variáveis afetas à experiência, treinamentos em simuladores e CRM<sup>13</sup>, qualificações, periodicidade e duração dos voos, envolvimento extra missão, desgaste físico, sobrecarga administrativa e estresse. Já o fator máquina contém questões relacionadas à organização e capacidade do setor de material da UAe, publicações técnicas, intervalos de tempo após inspeções e revisões gerais, confiabilidade dos motores, instrumentos e configurações da aeronave, além de sistema de combustível. Quanto ao meio ambiente, o fator trata da homologação do aeródromo, informações meteorológicas e recursos de controle de tráfego, capacidades da aeronave em função das regras de voo, terreno, visibilidade, grau de familiaridade com o local de pouso e temperatura reinante na rota. Por fim, o fator missão compreende condições de planejamento, premência do tempo, margens para a correção de erros, condições de decolagem e pouso, indicadores de complacência e exibicionismo, simultaneidade de eventos distintos e eventuais simulações de hostilidades.

Considerados os fatores e subfatores, o MSGR aborda os cálculos que podem ser possibilitados pelas tabelas de probabilidade e gravidade (BRASIL, 2005). Com relação à primeira, a referência aborda a composição dos seus valores mínimos e máximos, ao passo que a segunda depreende a seleção de parâmetros segundo a generalidade e relevância do tipo de voo, como, entre outros, voos à baixa altura e em formação. Como complemento, o Manual ainda especifica avaliações de gravidade por tipo de aviação, dentre as quais, a de asas rotativas, com apresentação de tabelas análogas às planilhas de GRO.

Para instrumentalizar o método, apresentam-se os cálculos dos riscos, por modelo de aeronave, como resultado do produto dos somatórios consolidados de probabilidade e gravidade, inclusive, com flutuações de valores específicos sugeridas (BRASIL, 2005). Com relação às faixas de decisão do risco, classificado em baixo, médio, alto, muito alto e inaceitável, não são previstas oscilações de valores que excedam os limites apresentados.

---

<sup>13</sup> *Corporate Resources Management*. Gerenciamento dos recursos da tripulação (BRASIL, 2012b).

Quanto aos operadores da aeronave *Airbus H225M* na FAB, apontam-se o 1º Esquadrão do 8º GAv (Esquadrão Falcão), e o 3º Esquadrão do 8º GAv, ou Esquadrão Puma (SANTOS, 2020). Observou-se que o modelo não é um dos compreendidos pelo Manual do MSGR, entretanto, as UAe adotam procedimentos pertinentes<sup>14</sup>, compatíveis com a referência normativa do assunto e, portanto, idênticos, por tratarem de um mesmo modelo de aeronave.

Analisando-se a tabela do MSGR referente ao H-36 “Caracal”, observa-se um arranjo semelhante ao da MB e do EB, com fatores específicos de risco (FIGURA 10, ANEXO J), cálculo de probabilidade e ações de controle (FIGURA 11, ANEXO K). Segundo o enfoque da análise das ferramentas de apoio à decisão das outras FA, desconsiderando perigos mutuamente excludentes, a contribuição<sup>15</sup> do fator missão no cálculo do risco pode chegar até 31%, seguido pelos fatores humano, 23%, máquina, 23%, e meio, também 23%.

As contribuições dos fatores considerados denotam um balanceamento dos pesos dos critérios da tabela do MSGR analisada. Entretanto, a ferramenta e o Manual do MSGR não preveem potenciais de risco diretamente relacionados às operações aéreas conjuntas com embarque em meios navais, tampouco prioridades de cada critério no GRO.

### **3.5 Lacunas e similaridades exploráveis em proveito da doutrina conjunta**

A compreensão do enfoque do GRO na Doutrina de Operações Conjuntas, sobretudo para uma eventual aplicação às operações aéreas conjuntas embarcadas, justificou as ampliações pertinentes das doutrinas das três FA. Tais análises detalhadas possibilitaram a identificação dos contextos operacionais da MB, EB e FAB, com evidenciação de marcos normativos relacionados aos diferentes recursos compreendidos pelo processo de GRO.

---

<sup>14</sup> Contatos do autor com os Oficiais de Segurança de Voo das duas UAe esclareceram que as planilhas do MSGR dos Esquadrões, apesar de aprovadas pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da FAB, não são internalizadas por normas formais, sendo referenciadas apenas ao Manual de MSGR de 2005.

<sup>15</sup> Para ampliação do entendimento das estimativas dos cálculos associados, vide notas explicativas e indicações gráficas constantes nos ANEXOS J e K.

Contextualizando a Doutrina Conjunta ao objeto de estudo, destacaram-se a utilização de definições distintas das que são atualmente aplicadas pelas FA, omissão de diretrizes destinadas à instrumentalização do GRO e âmbito de aplicação. No que diz respeito aos conceitos difundidos, ressaltam-se as classificações e denominações dos parâmetros de gravidade, probabilidade e o risco resultante do cruzamento dessas variáveis, mais genéricos e limitados do que os empregados pelas Forças Singulares. Outro ponto que merece destaque é a carência doutrinária de instrumentalização do GRO nas operações aéreas, já que a doutrina conjunta não baliza a confecção, tampouco eventuais critérios de elaboração, de ferramentas objetivas de apoio à decisão, como as planilhas de risco. Por fim, o âmbito de aplicação do GRO conjunto é definido como restrito a eventuais adversidades impostas pelo inimigo em um dado ambiente operacional, sem menção dos tipos de operações envolvidas, realidade distinta do histórico recente de operações aéreas conjuntas no Brasil abordado por este trabalho.

Ampliando-se a análise doutrinária para as esferas singulares, pôde-se observar abordagens semelhantes do GRO das operações aéreas, ainda que embasadas em normas que guardam certas singularidades entre si. Com relação aos âmbitos de aplicação, as três FA adotam uma postura irrestrita do GRO nos diversos tipos de operação e circunstâncias, ainda que a FAB preveja particularidades de dispensa da utilização da ferramenta do MSGR em missões consideradas repetitivas. Nesta linha, as planilhas e tabelas utilizadas pelas FA na operacionalização do GRO podem conferir mais objetividade ao processo, principalmente quando se consideram os diversos níveis de risco e de decisão envolvidos.

Sobre as ferramentas de apoio à decisão, todas as doutrinas definem, com diferentes graus de detalhamento, diretrizes de elaboração e emprego das planilhas de GRO. Neste aspecto, a MB sugere uma metodologia sem apresentar uma planilha definida, o EB especifica um modelo aplicável a todas as suas UAe, e a FAB disponibiliza tabelas com faixas de pontuação definidas, por tipo de aviação e de aeronave.

Especificando a esfera da MB, protagonista nas recentes operações aéreas conjuntas, as circunstâncias de aplicação do GRO são expandidas para, entre outros, adestramentos, alterações de procedimentos operacionais e planejamentos complexos. Ainda relacionado a este aspecto, a diferenciação dos níveis de aplicação do GRO definida pela doutrina da MB pode flexibilizar a abordagem das variáveis de tempo, recursos e complexidade das operações que são objeto do gerenciamento em questão.

Quando se avalia o alcance da doutrina do EB em comparação com o da Doutrina de Operações Conjuntas, cabem as mesmas observações formuladas para o contexto da MB, relacionadas à aplicabilidade circunstancial do GRO e sua instrumentalização. Por outro lado, quando comparada à doutrina da MB, os elementos conceituais afetos ao FGR, apesar das similaridades conceituais, ampliam de forma significativa as especificidades envolvidas nas operações aéreas, inclusive com o estabelecimento de um FGR pela Aviação do Exército. Tal definição tira a autonomia das UAe afeta à elaboração dessas ferramentas de apoio à decisão, entretanto, garante o mais elevado grau de padronização do GRO aplicado pelos seus BAvEx.

Com relação à doutrina da FAB, além das semelhanças destacadas com as outras FA, associadas à aplicação do GRO e sua operacionalização, cabem ressalvas atinentes ao grau de especificação de critérios utilizados no MSGR e nível de decisão do risco. Quanto aos critérios, fatores e subfatores de potenciais de risco, o seu detalhamento é o maior dentre as doutrinas analisadas, além de contar com possíveis contribuições particulares balanceadas, apesar de não estratificar níveis de decisão, exclusividade atribuída ao Comandante da UAe.

Confrontadas as doutrinas singulares, infere-se que a hipótese de pesquisa admitida no início deste trabalho, sobre a eventual compatibilidade entre as arquiteturas sistêmicas dos operadores de aeronaves da MB, EB e FAB, foi confirmada. Tal conclusão parcial é baseada, principalmente, nas aderências doutrinárias observadas, nas abordagens teóricas e práticas do processo de GRO, entretanto, demanda ampliações pertinentes ao contexto conjunto estudado.

Nesse sentido, os precedentes recentes das operações aéreas conjuntas embarcadas evidenciam, ainda que de forma descoordenada entre as FA, a utilização de uma ferramenta de apoio à decisão de forma recorrente, as planilhas ou tabelas de GRO. Dessa forma, a confirmação da hipótese de pesquisa, ampliada pelas devidas normalizações metodológicas entre MB, EB e FAB, deve contribuir para a comprovação da adequabilidade e exequibilidade de uma doutrina conjunta de GRO em operações aéreas, com ênfase naquelas embarcadas.

A compatibilidade das doutrinas singulares também evidenciou duas oportunidades de melhoria, uma relacionada à previsão de fatores de risco pertinentes ao contexto conjunto, e outra referente aos diferentes pesos de cada critério considerado no cômputo total do risco. Na primeira, o simples tratamento de precedentes conhecidos das recentes operações aéreas conjuntas e o acompanhamento das futuras pode facilitar o processo de inclusão de novas gravidades e circunstâncias distintas de probabilidade. Entretanto, admite-se que o estabelecimento de novos perigos pode influenciar na segunda lacuna identificada, uma vez que deve demandar a concepção de novas pontuações específicas e faixas de decisão, atentando para o balanceamento entre as contribuições de risco dos critérios considerados.

Com relação a esse balanceamento, demonstrado pela análise das planilhas e tabelas de GRO de cada FA, notam-se abordagens específicas, com parcelas de contribuição para o risco total, por critério, distintas. Neste campo, não foram identificadas nas doutrinas quaisquer diretrizes que pudessem balizar mudanças como as que seriam necessárias à adequação das planilhas à atual realidade de operações aéreas conjuntas no Brasil, quiçá para a confecção de uma nova e única ferramenta de apoio à decisão aplicável às três FA. Identificada esta oportunidade de melhoria, optou-se por recorrer a literaturas extra doutrinárias que abordassem processos de gerenciamento em sistemas com múltiplos critérios, caso das operações aéreas conjuntas embarcadas.

#### **4 APOIO TEÓRICO EM LITERATURA EXTRA DOUTRINÁRIA**

Como definido na introdução, esta seção é destinada a apresentar fundamentos teóricos aplicáveis a este trabalho, sobretudo em decorrência das análises doutrinárias dos âmbitos conjunto e singular. Primeiramente, destaca-se a necessidade de enquadrar o GRO praticado pelas FA segundo classificações consagradas de práticas de avaliação de risco, de forma a definir recursos teóricos adequados ao tratamento da limitação normativa relacionada ao gerenciamento de sistemas com múltiplos critérios, caso das operações conjuntas.

De acordo com Brasiliano (2005), os métodos de avaliação do risco podem ser quantitativos, com cálculos numéricos objetivos afetos à avaliação dos critérios considerados do sistema, ou qualitativos, com atribuição de valores relativos entre tais critérios. Em um primeiro momento, associando-se estas definições ao conteúdo e conclusões parciais das análises doutrinárias, admite-se que o processo de GRO aplicado pelas FA é semelhante aos métodos quantitativos. Entretanto, quando se consideram as mudanças interpretadas como necessárias à adequação das planilhas e tabelas de gerenciamento do risco à realidade atual das operações aéreas conjuntas, a necessidade de qualificar o novo balanceamento dos pesos associados aos critérios de risco sugere coerência com a definição dos métodos qualitativos.

Neste momento, qualquer que seja a vertente do GRO em discussão, quantitativa ou qualitativa, há que se definir e qualificar os critérios a serem avaliados em um processo decisório de operações aéreas conjuntas embarcadas. Tal demanda existe em virtude das singularidades de doutrina identificadas nos âmbitos conjunto e singulares considerados e deve balizar os critérios a serem abordados pela literatura extra doutrinária. Dessa forma, assumida a importância dos precedentes conhecidos, sobretudo os de nível de risco elevado, admite-se que as circunstâncias mais favoráveis à identificação de condições indesejáveis ao gerenciamento de risco estejam presentes nas investigações de acidentes aeronáuticos. Nesta linha, buscou-se no âmbito brasileiro a publicação primária relacionada ao tema.

A referência é do âmbito do Comando da Aeronáutica e prevê que as investigações do SIPAER procuram identificar os chamados fatores contribuintes de um acidente aeronáutico, de forma a anular perigos e minimizar riscos associados (BRASIL, 2017e). Segundo a fonte, tais fatores definem as áreas específicas de uma investigação, sendo classificados em humanos, materiais e operacionais, além de uma classificação extra para categorias que não se enquadrem nestas três. Como evidenciado pela análise doutrinária, as especificidades de cada FA impõem a identificação de perigos intrínsecos aos seus âmbitos de atuação, entretanto, admite-se que, quaisquer que sejam estes, suas classificações devem ser enquadradas em uma das três áreas definidas de uma investigação e seus aspectos particulares.

Assim, admitindo uma ferramenta de apoio à decisão conjunta, os potenciais de risco a serem tratados pelo GRO devem observar o enquadramento da tabela de critérios elaborada com base nas definições de fatores contribuintes (TABELA 1, APÊNDICE D). Tal classificação visa a facilitar o rastreamento dos perigos envolvidos nas operações aéreas conjuntas embarcadas e padronizar as abordagens correlatas das FA.

Definidos os critérios, a inovação doutrinária pretendida, resultante das conclusões parciais relacionadas às lacunas e similaridades normativas exploráveis em prol do cenário das operações aéreas conjuntas, deve ser respaldada por fundamentos teóricos qualitativos. Dessa forma, no contexto do embasamento conceitual do gerenciamento de sistemas com múltiplos critérios, caso do objeto de pesquisa deste trabalho, destaca-se a seguinte definição de Saaty e Vargas (2012) acerca de uma ferramenta de apoio à decisão:

A Análise Hierárquica de Processo (AHP) é uma abordagem básica de tomada de decisão. É designada para lidar tanto com a razão quanto com a intuição para selecionar a melhor opção dentre um número de alternativas avaliadas segundo diversos critérios. Neste processo, o decisor conduz simples comparações de pares de percepções que serão usadas para desenvolver prioridades gerais para o ranqueamento de alternativas. (SAATY; VARGAS, 2012, p. 1, tradução do autor)<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Original no idioma inglês: “*The Analytic Hierarchy Process (AHP) is a basic approach to decision making. It is designed to cope with both the rational and the intuitive to select the best from a number of alternatives evaluated with respect to several criteria. In this process, the decision maker carries out simple pairwise comparison judgments which are then used to develop overall priorities for ranking the alternatives*”.

Admitindo-se a aderência da abordagem da definição básica do AHP às peculiaridades do processo decisório envolvido no GRO das operações aéreas conjuntas embarcadas, optou-se por ampliar suas especificidades aplicáveis à doutrina vigente. Neste aspecto, considerada a falta de uniformidade entre os pesos das contribuições de cada critério das planilhas e tabelas de GRO das FA, a aplicação dos conceitos do método em questão deve facilitar a hierarquização das importâncias de cada fator presente no processo. Em suma, a escolha do AHP é baseada na compatibilidade conceitual identificada, em busca de abordagens mais abrangentes do gerenciamento de risco.

#### **4.1 Método AHP**

Trata-se de um método de análise hierárquica que se utiliza de descrições verbais para a comparação das diferentes importâncias de critérios estabelecidos em um dado sistema ou processo (SAATY, 1980). Desta forma, de acordo com a mesma referência, o problema de decisão pode ser estratificado em níveis hierárquicos distintos, permitindo, entre outros, o seu preciso entendimento e apreciação, além de atribuir pesos por critérios conforme índices e razões de consistência calculados e padronizados.

Os parâmetros de um determinado processo decisório a serem avaliados podem ser representados por uma matriz  $A = (a_{ij})$ , cujos termos são o resultado da comparação par a par do critério  $i$  com o critério  $j$  (SAATY, VARGAS, 2012). Segundo os autores, trata-se de uma matriz recíproca, já que  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ , e, admitindo percepções ideais das importâncias relativas atribuídas a todos os pares de elementos comparados, é possível checar que  $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$  para qualquer  $i, j$  e  $k$ . Além disso, como conclusão da mesma fonte, de acordo com a verificação descrita, seria possível afirmar a consistência da matriz  $A$ . Entretanto, também se coloca que, na prática, as comparações formuladas nem sempre são suficientes para garantir a consistência adequada.

De acordo com *Saaty e Vargas (2012)*, a construção dessas matrizes baseia-se em uma escala fundamental de valores representativos, associados às importâncias relativas entre os fatores em comparação (FIGURA 12, ANEXO L). Ainda de acordo com a referência, tal escala contém parâmetros verbais, variando entre percepções de mesma importância e importância extremamente superior, e seus correspondentes numéricos, entre 1 e 9.

Em situações práticas, é possível o cálculo das inconsistências envolvidas por meio da utilização de três parâmetros da matriz utilizada, o número de elementos comparados, o seu autovalor e o correspondente autovetor (SAATY, 1980)<sup>17</sup>. Tais grandezas servem como entradas de equações pertinentes às chamadas avaliações de consistência. Segundo *Saaty e Vargas (2012)*, estas avaliações podem ser empregadas no aprimoramento da consistência das percepções comparativas iniciais entre os critérios considerados em um dado contexto decisório. Neste sentido, os autores nomeiam três índices<sup>18</sup> pertinentes a esse contexto, o Índice de Consistência (IC)<sup>19</sup>, a Razão de Consistência (RC)<sup>20</sup> e um Índice Randômico (IR)<sup>21</sup>.

#### **4.2 Possíveis aplicações do método AHP ao GRO das operações aéreas conjuntas**

A necessidade de hierarquização implícita no método AHP demanda uma fonte de avaliações dos critérios considerados, como, entre outras, opiniões de especialistas. Neste sentido, o recente histórico de operações aéreas conjuntas no Brasil sugere os pilotos do *Airbus H225M* das três FA como um público-alvo adequado para a coleta de percepções relacionadas aos critérios e subcritérios a serem cobertos por um eventual GRO conjunto.

---

<sup>17</sup> Detalhamento das equações e cálculos pertinentes às definições de autovalor e autovetor da matriz de comparação de *Saaty (1980)* apresentado no APÊNDICE E.

<sup>18</sup> Parâmetros calculados com base em equações alimentadas pelos valores do autovalor e autovetor da matriz de comparação de *Saaty (1980)*, além da consulta da tabela do IR (ANEXO M), cujas fórmulas e cálculos pertinentes encontram-se ampliadas no APÊNDICE F.

<sup>19</sup> Do original no idioma inglês: *Consistency Index (CI)* (SAATY, VARGAS, 2012).

<sup>20</sup> Do original no idioma inglês: *Consistency Ratio (CR)* (SAATY, VARGAS, 2012).

<sup>21</sup> Do original no idioma inglês: *Random Consistency Index (RI)* (SAATY, VARGAS, 2012).

Para consolidar os dados pertinentes, elaborou-se um formulário com questões sobre as percepções dos citados especialistas acerca das distintas importâncias que cada fator e aspectos relacionados conferem ao gerenciamento de risco em questão (APÊNDICE G). Dada a incipiência do tipo de operação considerado no âmbito brasileiro e as poucas oportunidades de observação das suas especificidades, o quantitativo de 69 pilotos respondentes, componentes das três FA, foi considerado satisfatório para o tratamento do assunto. Tal abordagem visa à elaboração de diretrizes que possam balizar mudanças como as que seriam necessárias para a adequação das planilhas à atual realidade de operações conjuntas no Brasil, quiçá para a confecção de uma nova e única ferramenta de apoio à decisão aplicável às três FA.

A compilação das respostas do questionário mencionado visa a exemplificar uma metodologia aplicável à inovação doutrinária afeta ao GRO conjunto, com a definição de diferentes pesos a serem atribuídos a cada critério das planilhas e tabelas pertinentes. Neste sentido, interpreta-se que a eliminação de perigos e a mitigação dos respectivos riscos pretendidas pelas investigações de acidentes aeronáuticos na esfera do SIPAER (BRASIL, 2017e), podem ser interpretadas como componentes essenciais de um adequado GRO.

Dessa forma, inicialmente, conforme a descrição do AHP, impõe-se a necessidade de identificar, no contexto do GRO das operações aéreas conjuntas embarcadas, quais seriam as analogias estabelecidas para a adequada compreensão e avaliação da questão. Para tal, assumiu-se que o problema decisório referenciado pelo método é o próprio GRO, à medida que os dois níveis hierárquicos imediatamente inferiores seriam aqueles da tabela de critérios elaborada com base nas definições de fatores contribuintes (TABELA 1, APÊNDICE D). Neste sentido, de maneira a facilitar a visualização e aplicação do método ao contexto doutrinário, elaborou-se a ilustração hierárquica do gerenciamento de risco tratado por este trabalho (FIGURA 14, APÊNDICE H).

Uma das medidas iniciais da aplicação do método AHP é a montagem das matrizes de comparação de critérios do processo de decisão em questão (SAATY, 1980). Para o contexto em estudo, de acordo com a tabela de critérios e subcritérios estabelecida (TABELA 1, APÊNDICE D), esse passo deve ser considerado em quatro etapas. A primeira delas contempla a comparação, dois a dois, dos fatores humano, material e operacional, seguida por outras três avaliações dedicadas aos subcritérios compreendidos por cada fator, já no segundo nível hierárquico abaixo do problema decisório considerado. O objetivo desta divisão é evidenciar as contribuições para o risco total nos diversos âmbitos envolvidos no GRO, definindo, por meio das percepções comparativas dos pilotos do *Airbus H225M* lançadas no questionário, as contribuições dos fatores abrangidos pelas planilhas e tabelas de GRO.

A fim de facilitar a interface com o público-alvo definido, não foram utilizadas todas as graduações comparativas da escala fundamental (FIGURA 12, ANEXO L) nas perguntas. Relembrando a teoria, tal graduação, em termos verbais, vai desde a mesma até a extrema importância relativa entre critérios comparados, com correspondentes numéricos entre 1 e 9. Como evidenciado pelo formulário de apoio a este trabalho (APÊNDICE G), as perguntas contiveram alternativas associadas apenas a três níveis, importância igual, discretamente superior ou significativamente superior. Neste ponto, o primeiro dos níveis verbais não suscita dúvidas quanto ao seu correspondente numérico 1, idêntico ao da escala prevista por Saaty (1980). Entretanto, as correlações com as duas outras classificações demandam ampliação.

Em um primeiro momento, admite-se que, do ponto de vista da prevenção, dada a relevância de cada uma das possíveis classificações de fatores contribuintes, foram descartados os níveis comparativos verbais acima de muito forte. Desse modo, considerou-se que as alternativas associadas à importância significativamente superior fossem representadas numericamente por, no máximo, grau 7. Com relação ao nível discretamente superior, foram admitidas correspondências compreendidas pelos graus compreendidos entre 2 e 5.

Estabelecidos os limites da tradução numérica das respostas em escala verbal dos respondentes, há que se definir como proceder com a compilação dos dados, já que não houve consenso nas percepções pontuadas. Tal definição visa a normalizar os subsídios fornecidos pelas respostas ao formulário, a fim de prover uma representação fidedigna do conjunto de opiniões dos especialistas, no caso, os 69 pilotos do modelo *Airbus* H225M das três FA. Para tal, considerando os quantitativos de cada alternativa escolhida e os graus numéricos mencionados, foi calculada uma média aritmética para cada questão, de forma a balancear os pesos dos critérios e subcritérios nas análises abreviadas dos resultados (APÊNDICE I).

Após a ampliação das análises mencionadas nos APÊNDICES J, K, L e M, foram elaboradas quatro planilhas de comparação de critérios e subcritérios do GRO. A primeira trata dos fatores contribuintes de um acidente aeronáutico, nível hierárquico imediatamente abaixo do problema decisório do GRO (TABELA 2, APÊNDICE J), e as seguintes tratam das variáveis de cada fator considerado. Dessa forma, a segunda é afeta aos aspectos do fator humano (TABELA 3, APÊNDICE K), seguida por uma terceira atinente ao fator material (TABELA 4, APÊNDICE L) e uma última, referente ao fator operacional (TABELA 5, APÊNDICE M). De forma a evidenciar as comparações, cada uma dessas tabelas merece ampliações para contribuir para a elaboração de diretrizes que possam ser associadas às inovações doutrinárias pretendidas.

#### **4.2.1 Matriz de comparação de importâncias relativas entre critérios do GRO**

Conforme as análises abreviadas dos resultados ampliadas no APÊNDICE I, a confecção da matriz observou as correspondências numéricas definidas na abordagem do questionário de apoio a este trabalho. Nesse sentido, de acordo com as opiniões dos especialistas e a escala fundamental (FIGURA 12, ANEXO L), admitiu-se que a importância do fator humano é discretamente superior à moderada em relação aos fatores material e operacional. Por outro lado, a importância relativa entre o material e o operacional foi interpretada como fraca.

Tendo como base o método AHP, calculando os parâmetros da matriz inicialmente construída, constatou-se que, como evidenciado pelos índices e cálculos pertinentes, as opiniões dos especialistas foram matematicamente consistentes<sup>22</sup>. Dessa forma, para o contexto ora estudado, admite-se que as contribuições dos critérios a serem considerados por uma planilha ou tabela conjunta de GRO devem guardar coerência com as grandezas identificadas. Para tal, o somatório das contribuições<sup>23</sup> dos fatores humano, material e operacional previstos nessas ferramentas de apoio à decisão devem ser da ordem de 66%, 21% e 13% do peso total do risco calculado, respectivamente, conforme ilustrado pela TABELA 2, APÊNDICE J.

#### **4.2.2 Matriz de comparação de importâncias relativas dos aspectos do fator humano**

Seguindo o raciocínio aplicado aos fatores contribuintes, assumiu-se, inicialmente, que a importância do aspecto psicológico é discretamente superior à moderada em relação às variáveis médica e ergonômica. Em outra óptica, a preponderância da questão médica em relação à ergonômica foi considerada apenas moderada. Considerando-se as respostas do questionário, os parâmetros de consistência calculados indicaram, inicialmente, uma RC inadequada, o que, segundo o método AHP, demandou reavaliação<sup>24</sup> das comparações formuladas. Concluída a revisão, para o que se pretende de uma ferramenta conjunta de apoio à decisão, as contribuições de cada aspecto do fator humano devem corresponder aos percentuais corrigidos pela aplicação do método. Neste sentido, os pesos nos cálculos das planilhas e tabelas de GRO atinentes ao fator em questão devem ser compostos por 68% de aspectos psicológicos, ao passo que as variáveis médicas e ergonômicas devem contribuir com 20% e 12%, respectivamente, como consolidado pela TABELA 3, APÊNDICE K.

---

<sup>22</sup> Cálculos pertinentes ampliados no desenvolvimento do APÊNDICE J.

<sup>23</sup> Demonstração dos cálculos da contribuição de cada fator contribuinte no GRO apresentada no APÊNDICE J.

<sup>24</sup> Apresentação dos cálculos necessários à constatação da inconsistência inicial e daqueles associados à reavaliação das comparações originais estabelecidas no desenvolvimento do APÊNDICE K.

### **4.2.3 Matriz de comparação de importâncias relativas dos aspectos do fator material**

No caso das comparações dos aspectos do fator material, as importâncias relativas inicialmente atribuídas também não resultaram em uma RC adequada segundo o método AHP, o que gerou a necessidade de reavaliação<sup>25</sup> da matriz de comparação original. Uma vez readequados os valores da matriz, as contribuições do material para o cálculo de risco das ferramentas de apoio à decisão puderam ser dimensionadas. Neste sentido, as eventuais planilhas de GRO conjunto no âmbito ora estudado, de acordo com as opiniões dos especialistas envolvidos, devem contar com pesos do fator material de 49% para a fabricação, 31% de aspectos de manuseio e 19% de projeto, como integrado pela TABELA 4, APÊNDICE L.

### **4.2.4 Matriz de comparação de importâncias relativas dos aspectos do fator operacional**

Quanto às percepções comparativas dos aspectos do fator operacional, a abordagem inicial gerou parâmetros de cálculo que permitiram a demonstração de consistência dos dados lançados. Com base na RC adequada calculada<sup>26</sup>, futuras planilhas e tabelas de GRO conjunto nas circunstâncias estudadas, no que diz respeito ao fator operacional, podem ter sua confecção respaldada por percentuais de contribuição de risco específicos. Neste caso, os cálculos demonstraram que os percentuais ideais de peso do desempenho humano inseridos no fator operacional devem estar no patamar de 55%. Em complemento, as participações das infraestruturas aeroportuária e de tráfego aéreo, além de outros aspectos, como os associados ao risco de fauna e meteorologia, devem ser graduados nos níveis de 19%, 15% e 11%, respectivamente. Tal distribuição de contribuições pode ser consultada na TABELA 5, APÊNDICE M.

---

<sup>25</sup> Apresentação dos cálculos necessários à constatação da inconsistência inicial e daqueles associados à reavaliação das comparações iniciais estabelecidas no desenvolvimento do APÊNDICE L.

<sup>26</sup> Cálculos de consistência da matriz de comparação do fator operacional demonstrados no APÊNDICE M.

## 5 CONCLUSÃO

O propósito deste trabalho foi abordar as implicações associadas ao cenário inovador relacionado ao desenvolvimento das operações conjuntas brasileiras, especificamente no contexto do GRO atinente ao embarque de aeronaves em meios navais. Neste sentido, a análise do recente histórico pertinente no contexto nacional apresentou-se como uma necessidade inicial do desenvolvimento argumentativo, além de evidenciar interações entre as FA que careceram de ampliações, sobretudo as afetas ao processo de GRO, conjunto e singular.

Sob o ponto de vista da sua pertinência temporal, pode-se dizer que as incorporações do NDM “Bahia” e do NAM “Atlântico” marcaram o início de uma dinamização das operações aéreas embarcadas, de certa forma, resgatadas por estes meios. Tal evolução associa-se tanto às relevantes capacidades aéreas dos navios, quanto à crescente complexidade dos ambientes operacionais contemporâneos, circunstâncias que, por si só, já estimulam a busca de ferramentas modernas de apoio aos diversos processos decisórios envolvidos. Neste aspecto, ressalta-se que a análise do objeto de estudo, relacionada aos precedentes conhecidos do processo de qualificação de pilotos das três FA a bordo dos citados meios navais, buscou identificar tais ferramentas de apoio à decisão em sistemas compostos por múltiplos critérios.

As especificidades de cada experiência operacional conjunta analisada nas operações a bordo do NDM e do NAM, delimitadas pelo horizonte temporal definido, evidenciaram a utilização de diversos recursos de GRO. Como exemplos, podem ser citadas aulas teóricas, adestramentos de padronização, treinamentos práticos em terra e escalada de dificuldade para a consecução do pouso a bordo, com possibilidades de execução em variadas circunstâncias, com navio atracado, fundeado ou navegando. Dentre as diversas medidas de GRO identificadas destacou-se uma em especial, o emprego de planilhas e tabelas de gerenciamento do risco, aplicadas de forma singular pelas FA em todas as situações estudadas, sempre em benefício da ampliação das particularidades das operações aéreas conjuntas.

Admitindo a importância da modelagem de sistemas como os que envolvem a aviação embarcada em meios navais, buscaram-se referências doutrinárias que pudessem facilitar a identificação de critérios de gerenciamento de risco nos âmbitos envolvidos. Em um primeiro momento, chamou a atenção o fato de a Doutrina Conjunta vigente não prever a aplicação do processo de GRO em circunstâncias que não remetam às eventuais adversidades impostas por um oponente inserido em um determinado ambiente operacional. Tal constatação pôde ser relacionada ao uso singular das planilhas de GRO nas operações analisadas e motivou a ampliação dos contextos doutrinários singulares, apontando suas lacunas e similaridades.

Passando à análise normativa de cada FA, a hipótese admitida no início deste trabalho acabou por ser confirmada, uma vez que se constatou a compatibilidade entre as arquiteturas sistêmicas dos três operadores, apesar das singularidades identificadas. Nesta questão, ainda que as doutrinas singulares contem com metodologias consolidadas de GRO de operações aéreas, enfatiza-se que a inserção do EB e da FAB em um cenário com a abrangência e complexidade peculiares ao ambiente de operações e ações de guerra naval, demanda cautela.

Dessa forma, as implicações da citada inserção, associadas às carências identificadas nas doutrinas vigentes afetas ao GRO, conjunta e singulares, estimulou a busca por abordagens teóricas extra doutrinárias pertinentes. Neste processo, o método AHP permitiu atingir o propósito deste trabalho, apontando recursos condizentes com a adequabilidade e exequibilidade da concepção de diretrizes de uma Doutrina Conjunta de GRO em operações aéreas, ainda que limitada às ferramentas de apoio à decisão das planilhas associadas.

Nesse contexto, o estudo do histórico recente de operações aéreas conjuntas embarcadas mostrou-se de grande valia, uma vez que destacou, dentro da escassez dos precedentes conhecidos, especialistas no assunto em questão. Tratam-se dos pilotos do modelo *Airbus H225M* das três FA, cujas opiniões foram imprescindíveis para a elaboração de percepções comparativas de critérios envolvidos no GRO ampliado pelo AHP.

A perspectiva de aplicação do AHP ao processo de GRO das operações aéreas conjuntas embarcadas, evidenciou, ainda que apenas no âmbito estudado, a exequibilidade de inovações doutrinárias coerentes com as lacunas identificadas. No que diz respeito à adequabilidade, as próprias lacunas mencionadas podem confirmá-la. Tais constatações foram embasadas na especificação teórica do método e apoiadas em exemplos práticos, interpretados como compatíveis com a elaboração de diretrizes doutrinárias pertinentes. Neste contexto, pode-se dizer que o balanceamento qualitativo das planilhas e tabelas de GRO em uso pelas UAe consideradas, proposto detalhadamente no capítulo teórico, configura uma metodologia aplicável ao embarque de aeronaves das três FA nos meios navais da MB.

Por fim, qualificando as inovações doutrinárias pretendidas, reforça-se que este trabalho não esgota o tema do GRO conjunto dedicado às operações aéreas embarcadas, uma vez que se limitou ao contexto operacional e temporal previamente definido. Neste sentido, admite-se que futuras inserções de aeronaves e navios no cenário ora estudado podem ser objeto de pesquisas futuras, sem mencionar a possível aplicação prática dos conceitos teóricos desenvolvidos em proveito de estudos de outros campos das operações conjuntas.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. *Programa de Gerenciamento do Risco na Atividade Aérea: Método SIPAER de Gerenciamento do Risco*. 2005. 81 p.

\_\_\_\_\_. Exército Brasileiro. *Norma Interna do Comando da Aviação do Exército*, NICA vEx n. 7.002. Taubaté, 2017d. 22 p.

\_\_\_\_\_. Força Aérea Brasileira. Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voo. *Pilotos do IPEV realizam treinamento para qualificação de pouso a bordo em navio*. 2021a. Disponível em: <<http://www.ipev.cta.br/index.php/pilotos-do-ipev-realizam-treinamento-para-qualificacao-de-pouso-a-bordo-em-navi>>. Acesso em: 04 jul. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. 1º Esquadrão de Helicópteros de Emprego Geral do Norte. *Ordem Interna nº 06-11A: Gerenciamento do Risco Operacional*. 2020f. 7 p.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. 2º Esquadrão de Helicópteros de Emprego Geral. *Ordem Interna nº 60-12B: Gerenciamento do Risco Operacional*. 2019c. 6 p.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. 2º Esquadrão de Helicópteros de Emprego Geral. *Aeronaves: Características da aeronave EC-725 Super Cougar*. 2015. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/ehu-2/?q=aeronaves>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. *Campanha de validação de envelope de vento do NDM Bahia*. 2017b. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/comforaernav/vento>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. *CASNAV participa da campanha de validação do envelope de vento da aeronave UH-17 no Navio Polar Almirante Maximiano*. 2020c. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/casnav/?q=node/148>>. Acesso em: 04 jul. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. Comando do 4º Distrito Naval. *Marinha ativa, em Belém, Primeiro Esquadrão de Helicópteros de Emprego Geral do Norte Aeronave HU-41*. 2019b. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/com4dn/marinha-ativa-em-bel%C3%A9m-primeiro-esquadr%C3%A3o-de-helic%C3%B3pteros-de-emprego-geral-do-norte>>. Acesso em: 15 jul. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. Diretoria-Geral do Material da Marinha. *DGMM-3010: Manual de Segurança de Aviação*, 4ª rev. Rio de Janeiro, 2018e. 210 p.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. *Esquadra amplia capacidade de operações aéreas noturnas*. Periódico Nomar, n. 906. 2017c. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/hotsites/nomar/atuais/906/index.html>>. Acesso em: 29 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. *Esquadra amplia sua capacidade operativa com uso de óculos de visão noturna*. 2020d. Periódico Nomar, n. 941. Disponível em: <[https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/nomar\\_941\\_set2020/book.html](https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/nomar_941_set2020/book.html)>. Acesso em: 28 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada. *EMA-305: Doutrina Militar Naval*, mod. 1. Brasília, 2017a. 143 p.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. *HU-2 realiza pouso a bordo do G40 com oficiais da FAB*. 2018b. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/comforaernav/node/599>>. Acesso em: 26 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. *Marinha do Brasil participa da Operação Atlântico V – Dragão 2018*. 2018d. Periódico Nomar, n. 919. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/hotsites/nomar/atuais/919/index.html#p=7>>. Acesso em: 27 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. *Navio Doca Multipropósito*, 2016. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/navio-doca-multiproposito>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. *Navio Doca Multipropósito Bahia realiza exercícios com aeronave da Força Aérea Brasileira*. 2018c. Periódico Nomar, n. 919. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/hotsites/nomar/atuais/919/index.html#p=2>>. Acesso em: 27 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. *Operação Urano reforça a interoperabilidade entre as FA*. 2021b. Periódico Nomar, n. 944. Disponível em: <[https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/nomar\\_944\\_mai21/book.html](https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/nomar_944_mai21/book.html)>. Acesso em: 30 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. *Porta-Helicópteros Multipropósito Atlântico é incorporado à Marinha do Brasil*. 2018a. Periódico Nomar, n. 915. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/hotsites/nomar/atuais/915/index.html>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. *Porta-Helicópteros Multipropósito Atlântico recebe primeiros pousos noturnos*. 2019a. Periódico Nomar, n. 924. Disponível em: <[https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/nomar\\_abril2019/book.html](https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/nomar_abril2019/book.html)>. Acesso em: 02 jul. 2021.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. *Poseidon 2020: Um marco histórico na interoperabilidade das FA brasileiras*. 2020e. Periódico Nomar, n. 942. Disponível em: <[https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/nomar\\_942/book.html](https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/nomar_942/book.html)>. Acesso em: 29 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. *Manual do Comando da Aeronáutica n° 3-6: Manual de Investigação do SIPAER*. 2017e. 497 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. *Manual do Comando da Aeronáutica n° 3-3: Manual de Prevenção do SIPAER*. 2012b. 146 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Comando da Marinha. *Portaria n. 328/MD, de 12 de novembro de 2020: Modifica a Portaria n. 190/MB/2018, deste Comando, para alterar a denominação do Porta-Helicópteros Multipropósito (PHM) Atlântico*. 2020a. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-328/mb-de-12-de-novembro-de-2020-288298757>>. Acesso em: 30 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. *Doutrina de Operações Conjuntas MD30-M-01*, v. 2, 2ª ed. Planejamento. 2020b. 400 p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas. Comissão Interescolar de Doutrina de Operações Conjuntas. *Nota Escolar n. 001/CIDOC/2018: O componente conceitual do planejamento operacional*. 5ª ed. Brasília, 2018f. 6p.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. *Portaria n° 316/MD, de 7 de fevereiro de 2012*. 2012a. Disponível em: <[https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/File/legislacao/emcfa/portarias/316a\\_2012.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/File/legislacao/emcfa/portarias/316a_2012.pdf)>. Acesso em: 23 jun. 2021.

BRASILIANO, Antonio C. R. *Técnicas de análise de risco*. Revista eletrônica Brasileiro & Associados n° 20. 2005. Disponível em: <[https://docs.wixstatic.com/ugd/fbc826\\_56f9c26a375a42f39f4c2f713d0ca48e.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/fbc826_56f9c26a375a42f39f4c2f713d0ca48e.pdf)>. Acesso em: 21 jul. 2021.

CUNHA, A. M. *Capitão de Corveta Alexandre Cunha*: inédito. Rio de Janeiro, 2021. Entrevista concedida ao autor.

DE MARTINI, Fernando. *Você já foi ao Bahia?* Periódico digital Poder Naval, 2018. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2018/08/28/voce-ja-foi-ao-bahia-parte-1/>. Acesso em: 12 jun. 2021.

DO NASCIMENTO, Luiz Fernando. *Modelo multicritério de apoio à decisão para classificação de risco em operações com aeronaves embarcadas*. Tese de Mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Área de Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2012. 148 f.

LIMA, B. J. S. *Capitão-Tenente Jadson*: inédito. Rio de Janeiro, 2021. Entrevista concedida ao autor.

LOPES, Ronaldo Medeiros. *As Asas da Aviação do Exército*. Informativo Águia: Informativo da Aviação do Exército n. 297. 2019. Disponível em: <[http://www.cavex.eb.mil.br/images/cavex/pdfs/aguia/297\\_ago19.pdf](http://www.cavex.eb.mil.br/images/cavex/pdfs/aguia/297_ago19.pdf)>. Acesso em: 21 jul. 2021.

NASCIMENTO, F. A. C; MAJUMBAR, A; OCHIENG, W. Y; SCHUSTER, W; STUDIC, M. *Fundamentals of safety management: The offshore helicopter Transportation system model*. *Safety Science* n. 85, Imperial College, London, 2016, p. 194-204.

PINTO, M. D. A. *Capitão de Fragata Daiha*: inédito. Rio de Janeiro, 2021. Entrevista concedida ao autor.

SAATY, T. L. *The analytic hierarquic process: planning, priority setting, resource allocation*. *New York: McGraw Hill*, 1980. 287 p.

SAATY, T. L; VARGAS, L. G. *Models, Concepts and Applications of the Analtic Hierarchy Process*, 2012. 345 p.

SANTOS, Larissa. *FAB inclui campanha de reabastecimento em voo de helicópteros*. 2020. Disponível em: <<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/36561/OPERACIONAL%20-%20FAB%20conclui%20campanha%20de%20reabastecimento%20em%20voo%20de%20helic%C3%B3pteros>>. Acesso em 16 jul. 2021.

WILTGEN, Guilherme. *Pantera K2 da AvEx realiza operações aéreas no NDM Bahia pela primeira vez*. Periódico digital Defesa Aérea & Naval, 2018. Disponível em: [https://www.defesa\\_aereanaval.com.br/aviacao/pantera-k2-da-avex-realiza-operacoes-aereas-no-ndm-bahia-pela-primeira-vez](https://www.defesa_aereanaval.com.br/aviacao/pantera-k2-da-avex-realiza-operacoes-aereas-no-ndm-bahia-pela-primeira-vez). Acesso em: 11 jun. 2021.

## ANEXOS

## ANEXO A – Particularidades do GRO da Doutrina Conjunta

		PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (Pbld)			
		Muito provável (M Provl)	Provável (Provl)	Pouco provável (P Provl)	Improvável (lprovl)
GRAVIDADE (Gv)	<b>Catastrófica (Cat)</b> (Inviabiliza a missão)	CRÍTICO (Ctc)	CRÍTICO (Ctc)	ALTO (Alt)	MODERADO
	<b>Severa (Sev)</b> (Grande impacto na missão)	CRÍTICO (Ctc)	ALTO (Alt)	MODERADO (Mod)	BAIXO (Bai)
	<b>Média (Med)</b> (Dificulta a missão)	ALTO (Alt)	MODERADO (Mod)	BAIXO (Bai)	DESPREZÍVEL (Des)
	<b>Leve (Lev)</b> (Pouco impacto na missão)	MODERADO (Mod)	BAIXO (Bai)	DESPREZÍVEL (Des)	DESPREZÍVEL (Des)

FIGURA 1 – Matriz de probabilidade *versus* gravidade do GRO da Doutrina Conjunta  
 Fonte: BRASIL, 2020b.

## ANEXO B – Particularidades do GRO da doutrina da MB

		Gravidade ou severidade do risco				
Probabilidade do risco	A	B	C	D	E	
	Catastrófico	Critico	Significativo	Pequeno	Insignificante	
Frequente 5	5A	5B	5C	5D	5E	
Ocasional 4	4A	4B	4C	4D	4E	
Remoto 3	3A	3B	3C	3D	3E	
Improvável 2	2A	2B	2C	2D	2E	
Muito improvável 1	1A	1B	1C	1D	1E	

■ Não tolerável   
 ■ Tolerável   
  Aceitável

FIGURA 2 – Matriz de probabilidade *versus* gravidade do GRO da doutrina da MB  
 Fonte: BRASIL, 2018e.

## ANEXO C – Critérios do GRO do Esquadrão HU-2 (MB)

FATOR OPERACIONAL			PESO	TOTAL
1	Voo abrangendo período de 22h – 06h		2	
2	Voo de qualificação e requalificação	Estágios operativos, CVI e B	2	
		Estágio A	4	
3	Missão Inopinada		3	
4	Qualificação / Requalificação simultânea mais de um tripulante (AvN, MecVoo e Fiel)		2	
TIPOS DE MISSÃO E OU TAREFAS A SEREM REALIZADAS				
5	Demonstração	5	Pouso a bordo diurno	2
	EVAM	1	Pouso a bordo noturno	5
	Esclarecimento	2	Rappel	1
	SAR / Resgate no mar	3	Translado EMB/DBQ	1
	HIFR	2	Transporte Administrativo / Tropa	1
	Lançamento de Pqdt	1	Transporte VIP	2
	Pick Up	1	Tethered Duck	3
	Carga externa / Vertrep	2	Treinamento de Emergência (AD-AE, AE ou I-2)	4
	Fast Rope	2	Voo Tático	2
	Helocasting	4	ZD	1
	Formatura	3	ZD noturna	4
	Hi Line	3	Local de pouso desconhecido pelos AvN	2
	Bambi Bucket	2	Pouso em área restrita	1
	Penca	3	Pouso em terreno acidentado / inclinado	1
6	AvN não realizou este tipo de missão anteriormente		3 por AvN	
7	AvN não realiza as manobras do item 2 (período superior a seis meses)		1 AvN	2
			2 AvN	6
8	Afastamento do navio mãe maior que 50 MN		2	
9	Condições marginais de balanço e caturro		3	
10	Vento no convoo abaixo do necessário para pouso monomotor		5	
11	Operação próxima as limitações da ANV (Peso e/ou CG)		2	
LOCAL DE OPERAÇÃO				
11	Terreno montanhoso		2	
	Área com intenso fluxo de tráfego aéreo		2	
	Área de risco		2	
12	Dados de planejamento indisponíveis ou incompletos para o cumprimento da missão		3	
VOO OVN (+ 10 pontos)				
13	Voo em noite de nível 4 ou 5	1	Dispositivo de iluminação individual incompatível com OVN	1
	Voo em área urbana	1	Presença de nebulosidade e/ou precipitação	2
	Não realizado voo de reconhecimento	3	Mais de 30 dias sem voar OVN	2 por MIL
<b>TOTAL FATOR OPERACIONAL</b>				
<b>TOTAL FATOR OPERACIONAL OVN (+10 pontos)</b>				
FATOR MÁQUINA			PESO	TOTAL
1	Instrumentos de voo e radionavegação inoperantes ou não confiáveis.		2 por equip.	
2	Equipamentos de comunicação inoperantes ou não confiáveis.		1 por equip.	
3	Outros equipamento / sistema inoperantes ou restritos que influenciem no presente voo		2 por equip.	
4	O/S "aberta" que pode influenciar o CPR da missão (por exemplo, O/S "R")		2 por O/S	
5	Após inspeção ALFA, TANGO ou GOLF com		Menos de 15 HV	4
			Entre 15 e 50 HV	2
<b>TOTAL FATOR MÁQUINA</b>				
FATOR MEIO AMBIENTE			PESO	TOTAL
1	Meteorologia da rota e dos locais de decolagem e pouso não disponíveis		5 local	
2	Condições marginais de meteorologia na rota e nos locais de decolagem e pouso		3	
3	IMC na rota ou no destino		3	
4	Voo noturno		3	
<b>TOTAL FATOR MEIO AMBIENTE</b>				

FIGURA 3 – Planilha de GRO do Esquadrão HU-2 (frente)

Fonte: BRASIL, 2019c.

Nota: Sinalizações em vermelho para identificar as pontuações que foram utilizadas para as estimativas de cálculo das contribuições de cada fator da planilha para o risco total.

### ANEXO D – Demais critérios e avaliação do risco no GRO do Esquadrão HU-2 (MB)

FATOR HUMANO							
TRIPULAÇÃO			PESO	1P	2P	McV	FIEL
1	HV no modelo	Menos de 300 HV	2				
		Mais de 900 HV	1				
2	Último voo realizado	Entre 15 e 30 dias	1				
		Mais de 30 dias	2				
3	Mais de 30 dias sem realizar voo IFR (caso esteja previsto voo IFR)		2				
4	Treinamento de emergência em simulador de voo realizado a mais de 2 anos ou nunca realizado		3				
5	Alimentação	Última refeição não foi adequada	1				
		Perderá refeições até o fim do voo	2				
6	AvN mais moderno e o mais qualificado		1				
7	Sem Repouso Adequado ou JAA excedida		5				
8	JAA estendida até 14 horas, de acordo com a DGMM 3010 (4ª Rev.)		10				
9	Ocorrências significativas na vida pessoal nos últimos 07 dias ou esperadas para os próximos 07 dias (peso x número de eventos)		2 por EVT				
10	Pressão externa ou autoimposta para regresso ("REGRESSITE")		1				
11	Sobrecarga de estresse (carater administrativo ou operativo)		1				
SUB-TOTAL POR TRIPULANTE							
TOTAL PARCIAL FATOR HUMANO							
12	Sub-total AvN	De 5 a 10			3 por AvN		
		Maior que 10			6 por AvN		
13	Sub-total MecVoo / Fiel				3 por MIL		
TOTAL FATOR HUMANO							

AVALIAÇÃO DO COMANDANTE DA AERONAVE (não previstos nesta planilha)			
1	Hip. de risco com maior probabilidade de ocorrência / CAR / peso		CAR
2	Hip. de risco com maior probabilidade de ocorrência / CAR / peso		CAR
TOTAL AVALIAÇÃO COMTE ANV			

PONTUAÇÃO	
FATOR OPERACIONAL	
FATOR MÁQUINA	
FATOR MEIO AMBIENTE	
FATOR HUMANO	
AVALIAÇÃO COMTE ANV	
RISCO TOTAL DO VOO:	

AVALIAÇÃO		
FAIXA DE RISCO	GRAU DE RISCO	DECISOR (ES)
< 30 PONTOS	ACEITAVEL	COMTE DA ANV
30 A 39 PONTOS	TOLERAVEL	COMTE DA ANV
40 A 49 PONTOS	MODERADO	OSAv / ENC. DO DAE
50 A 60 PONTOS	ALTO	COMTE DO ESQUADRÃO / NAVIO
> 60 PONTOS	CRÍTICO	COMTE DO ESQUADRÃO / NAVIO

MEDIDAS DE CONTROLE A SER IMPLEMENTADAS (MANDATÓRIO PREENCHIMENTO DE PELO MENOS UMA MEDIDA DE CONTROLE PARA CADA HIPÓTESE DE RISCO AVALIADA PELO COMTE DA ANV)		
1		RISCO RESIDUAL:
2		RISCO RESIDUAL:
3		RISCO RESIDUAL:

FIGURA 4 – Planilha de GRO do Esquadrão HU-2 (verso)

Fonte: BRASIL, 2019c.

Nota: Sinalizações em vermelho para identificar as pontuações que foram utilizadas para as estimativas de cálculo das contribuições de cada fator da planilha para o risco total.

## ANEXO E – Critérios do GRO do Esquadrão HU-41 (MB)

FATOR MISSÃO				PESO	TOTAL
1	Maior parte do voo no período de 22h – 06h			2	
2	Voo de qualificação e requalificação		Estágios operativos, CVI e B	2	
			Estágio A	4	
3	Missão Inopinada			3	
<b>TIPOS DE MISSÃO E OU TAREFAS A SEREM REALIZADAS</b>					
4	Demonstração	5	Penca	3	
	EVAM	1	QRPB	2	
	Esclarecimento	2	Rappel	1	
	Guarda de Aeronave	2	Translado EMB/DBQ	1	
	HIFR	2	Transporte Administrativo	1	
	Lançamento de Pqdt	1	Transporte de Tropa	1	
	Pick Up	1	ZD	1	
5	Carga externa / Vertrep	1	SAR / Resgate no mar	3	
	Fast Rope	2	Tethered Duck	3	
	Hellocasting	4	Treinamento de Emergência	4	
	Formatura	3	Voo Tático	2	
	Hi Line	3	ZD noturna	4	
	Bambi Bucket (em altitude - 3)	1	Pouso a bordo noturno	5	
6	AvN não realizou este tipo de missão anteriormente			3 / AvN	
7	AvN não realiza as manobras do item 5 a mais de 6 meses			1 AvN	2
				2 AvN	6
8	Grandes deslocamentos (maior 300MN)		Com Tanque de Translado	1	
			Sem Tanque de Translado	3	
9	Afastamento do navio mãe maior que 50 MN			2	
10	Condições marginais de balanço e caturro			3	
11	Operação próxima as limitações da ANV (PESO, CG, ETC...)			2	
<b>TOTAL FATOR MISSÃO</b>					
FATOR MÁQUINA				PESO	TOTAL
1	Instrumentos de voo e radionavegação inoperantes ou não confiáveis.			2 / equip	
2	Equipamentos de comunicação inoperantes ou não confiáveis.			1 / equip	
3	Equipamento/sistema necessário a condução do voo com funcionamento anormal.			5 / equip	
4	Após inspeção tango ou golf ANV com		Menos de 15 HV	4	
			Entre 15 e 50 HV	2	
<b>TOTAL FATOR MÁQUINA</b>					
FATOR MEIO AMBIENTE				PESO	TOTAL
1	Meteorologia da rota e dos locais de decolagem e pouso não disponíveis			5 / local	
2	Condições marginais de meteorologia na rota e nos locais de decolagem e pouso			3	
3	IMC na rota ou no destino			3	
4	Voo noturno			2	
<b>TOTAL FATOR MEIO AMBIENTE</b>					

FIGURA 5 – Planilha de GRO do Esquadrão HU-41 (frente)  
 Fonte: BRASIL, 2020f.

**ANEXO F – Demais critérios e avaliação do risco no GRO do Esquadrão HU-41 (MB)**

FATOR HUMANO							
TRIPULAÇÃO			PESO	1P	2P	McV	FIEL
1	HV no modelo	Menos de 300 HV	2				
		Mais de 900 HV	1				
2	Último voo realizado	Entre 15 e 30 dias	1				
		Mais de 30 dias	2				
3	Mais de 30 dias sem realizar voo IFR (caso esteja previsto voo IFR / IMC)		2				
4	Treinamento de emergência em simulador de voo realizado a mais de 2 anos ou não realizado		4				
5	Alimentação	Última refeição não foi adequada	1				
		Perderá refeições até o fim do voo	2				
6	Descanso (horas de sono) inferior à 5 horas nas últimas 24h		3				
7	Descanso (horas de sono) entre 5 e 8 horas nas últimas 24h		1				
8	JAA prevista até o final do voo com extensão		3				
9	Ocorrências significativas na vida pessoal nos últimos 07 dias ou esperadas para os próximos 07 dias (peso x número de eventos)		2 / EVT				
10	Pressão externa ou interna para regresso (“REGRESSITE”)		1				
11	Sobrecarga administrativa		1				
12	Sobrecarga de estresse		1				
SUB-TOTAL POR TRIPULANTE							
TOTAL PARCIAL FATOR HUMANO							
9	Sub-total por piloto	De 5 a 10		3 / AvN			
		Maior que 10		6 / AvN			
10	Sub-total MecVoo / Fiel maior que 5			3 / MIL			
TOTAL FATOR HUMANO							
AVALIAÇÃO DO COMANDANTE DA AERONAVE							
1	Hip. de risco com maior probabilidade de ocorrência / peso					PESO	
2	Hip. de risco com maior probabilidade de ocorrência / peso					PESO	
TOTAL AVALIAÇÃO COMTE ANV							
FATOR MISSÃO	FATOR MÁQUINA	FATOR MEIO AMBIENTE	FATOR HUMANO	AVALIAÇÃO COMTE ANV			
<b>RISCO TOTAL DO VOO:</b>							
PONTUAÇÃO	GRAU DE RISCO		DECISOR				
< 34 PONTOS	ACEITAVEL		COMTE DA ANV				
35 A 44 PONTOS	TOLERÁVEL		CHEOPE / ENC. DO DAE OU DAN				
> 45 PONTOS	NÃO TOLERÁVEL		COMTE DO ESQUADRÃO / NAVIO				
MEDIDAS DE CONTROLE A SER IMPLEMENTADAS							
1							
2							
3							

FIGURA 6 – Planilha de GRO do Esquadrão HU-41 (verso)

Fonte: BRASIL, 2020f.

## ANEXO G – Critérios genéricos do GRO na Aviação do Exército

## PARTE III

FAÇA UM CÍRCULO NO NÚMERO DA RESPOSTA MAIS ADEQUADA (S/N/DESC)

Observação: Caso a assertiva não seja aplicável para o voo, marcar “(-)” na resposta.

a. RECURSOS HUMANOS	S	N	DESC
Um dos pilotos realizou pelo menos um voo em menos de 30 dias.	0	2	2
O PI/PO possui MENOS de 50 HV no modelo na função de IP.	2	0	2
O PA/PB possui MENOS de 50 HV no modelo na função de 2 P.	2	0	2
O MVO/MVI possui MENOS de 50 HV no modelo na função de MVO/MVI.	2	0	2
O MVA/MVB possui MENOS de 50 HV no modelo na função de MVA/MVB.	2	0	2
A tripulação participou do CRM nos últimos 24 meses.	0	2	2
Briefing da missão realizado de forma completa e detalhada.	0	2	2
Houve briefing de segurança para todos os envolvidos na missão, SFC.	0	3	3
Mínimo = soma dos " S + N " =			Máximo (Mínimo+DESC) =
b. MEIOS	S	N	DESC
O local de pouso/decolagem foi reconhecido (locais não homologados).	0	2	2
Existe aglomeração de pássaros na região do voo.	2	0	2
As informações necessárias ao voo estão disponíveis (NOTAM, Meteorologia, etc).	0	2	2
As publicações técnicas necessárias ao voo estão atualizadas e disponíveis.	0	1	1
Existe previsão de tempo significativo em rota (CB, frente fria, instabilidade, etc).	3	0	3
Infraestrutura necessária ao voo em condições de prestar apoio (pessoal e Eqp de Mnt, pessoal e material AIS, equipe e material de apoio ao solo).	0	1	1
Mínimo = soma dos " S + N " =			Máximo (Mínimo+DESC) =
c. MATERIAL	S	N	DESC
A Aeronave se encontra com MENOS de 10 HV após inspeção A/T/C.	3	0	3
A aeronave ECD executar o voo pairado fora do efeito solo no local de pouso.	0	3	3
A aeronave já foi pré-voada.	0	1	1
Mínimo = soma dos " S + N " =			Máximo (Mínimo+DESC) =
d. MISSÃO	S	N	DESC
Adequado tempo para planejamento e preparação.	0	2	2
Voo com duração superior a 3 (três) HV contínuas.*(Obs 1)	1	0	1
Operações com duração superior a 5 dias.	1	0	1
Mais de 05 repetições da mesma manobra.	2	0	2
Voo com autoridade a bordo.	3	0	3
Há tempo suficiente para o cumprimento da missão, mesmo havendo imprevistos.	0	2	2
O MV estará embarcado no voo.	0	2	2
Mínimo = soma dos " S + N " =			Máximo (Mínimo+DESC) =
*(Obs 1: deverá ser utilizado o fator de conversão constante na Tabela Nr 1 da N Op Nr 1)			
e. ORGANIZAÇÃO	S	N	DESC
Existem pressões externas para execução dessa missão.	3	0	3
A tripulação participou da padronização de manobras e procedimentos da U Ae.	0	2	2
A tripulação participa regularmente das reuniões de Seg Voo da OM.	0	1	1
A tripulação e/ou Fração de Helicóptero é toda da mesma U Ae.	0	2	2
Mínimo = soma dos " S + N " =			Máximo (Mínimo+DESC) =
<b>Total Parte III</b>		<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>

FIGURA 7 – Parte III do FGR do CAvEx

Fonte: BRASIL, 2017d.

Nota: Sinalizações em vermelho para identificar as pontuações que foram utilizadas para as estimativas de cálculo das contribuições de cada fator para o risco total da parte III do FGR.

## ANEXO H – Critérios específicos do GRO na Aviação do Exército

### PARTE IV UTILIZE CONFORME O TIPO DE VOO ( INSTRUÇÃO, IFR, OVN ou TÉCNICO) FAÇA UM CÍRCULO NO NÚMERO DA RESPOSTA MAIS ADEQUADA (S/N/DESC)

**Observação: Caso a assertiva não seja aplicável para o voo, marcar “(-)” na resposta.**

a. VOO DE INSTRUÇÃO	S	N	DESC
Haverá <i>hot-seat</i> .	1	0	1
O voo será realizado com piloto aluno e/ou com piloto em formação IFR ou OVN.	2	0	2
É voo de emergência, IFR ou OVN.	2	0	2
É o primeiro voo de Habilitação Técnica de algum tripulante no modelo de aeronave.	2	0	2
Mínimo = soma dos " S + N " =			Máximo (Mínimo+DESC) =
b. VOO IFR	S	N	DESC
O voo será ACIMA de 10.000 ft (hipóxia).	1	0	1
O nivelamento monomotor está acima dos obstáculos previstos na rota.	0	3	3
O <i>Briefing</i> meteorológico foi realizado por especialista.	0	1	1
Um dos pilotos realizou voo IFR em um período inferior a 30 dias.	0	2	2
A DEP foi realizada a partir de um aeródromo homologado IFR.	0	2	2
Mínimo = soma dos " S + N " =			Máximo (Mínimo+DESC) =
c. VOO OVN	S	N	DESC
Será realizado voo na noite de nível 4 ou 5.	2	0	2
Será realizado voo em área urbana.	2	0	2
Foi realizado reconhecimento fora das áreas de instrução da Av Ex.	0	3	3
Dispositivo de iluminação individual compatível com o voo OVN.	0	1	1
Presença de nebulosidade e/ou precipitação.	2	0	2
Mais de 30 dias sem voar OVN.	2	0	2
Mínimo = soma dos " S + N " =			Máximo (Mínimo+DESC) =
d. VOO TÉCNICO (MANUTENÇÃO, PRODUÇÃO, RECEBIMENTO E ENSAIO)	S	N	DESC
É o primeiro giro e/ou voo após inspeção.	2	0	2
É o primeiro voo após troca de componentes vitais (CTP, Motor, Superfícies de Comando e FCU).	3	0	3
A aeronave está abastecida com a autonomia acima de 40 minutos.	0	2	2
Foi verificada e fechada todas as OS afetas as intervenções já ocorridas na Anv.	0	2	2
Houve quebra na sequência de realização dos serviços de manutenção.	2	0	2
Houve troca de equipe de manutenção ou inspetor durante a sequência do voo de produção.	1	0	1
Elevado número de partidas (acima 03) para sanar a mesma pane.	1	0	1
Foi realizado o pré-vôo minucioso, com atenção nas áreas que sofreram manutenção.	0	1	1
O voo faz parte da missão de check de NG máximo ou batente de NG.	2	0	2
Pelo menos um dos pilotos realiza voos de manutenção com regularidade.	0	1	1
Mecânicos de manutenção com experiência na missão a ser executada.	0	2	2
Voo está sendo realizado em local que permita pouso seguro a qualquer momento.	0	2	2
Mínimo = soma dos " S + N " =			Máximo (Mínimo+DESC) =
<b>Total Parte IV</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	
<b>Total Geral (III + IV)</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	

FIGURA 8 – Parte IV do FGR do CAVEx  
Fonte: BRASIL, 2017d.

## ANEXO I – Avaliação do risco e decisão no GRO da Aviação do Exército

### PARTE V

(utilizar o valor da Parte III ou o valor Total Geral - Partes III + IV)

1. CÁLCULO DA GRAVIDADE		2. CÁLCULO DO RISCO				
Iniciar com o valor básico (1) e, conforme o caso, adicionar os demais valores.		<b>RISCO MÁXIMO:</b> Multiplicar a somatória das probabilidades máximas pela gravidade. <b>RISCO MÍNIMO:</b> Multiplicar a somatória das probabilidades mínimas pela gravidade.				
Valor Básico Inicial	1	PROBABILIDADE		Veze	GRAVIDADE	RISCO
Voo Tático	+ 2	Máxima		X		Máximo
Voo de Instrução	+ 2	Mínima				Mínimo
Voo de Instrução simultâneo	+ 1					
Voo OVN	+ 2					
Voo de demonstração	+ 3					
Voo de formação	+ 2					
Voo Solo	+ 1					
Ambiente hostil real	+ 3					
Voo Técnico (Mnt)	+ 1					
Total						

3. APLICAÇÃO DE AÇÕES DE CONTROLE DO RISCO				
Observar a faixa na qual se encontram os valores de risco máximo e mínimo obtidos, optando pela linha de ação recomendada. Lembrar de dois fundamentos básicos: não se deve correr riscos desnecessários e o risco deve ser aceito quando a relação custo-benefício é vantajosa para a organização. Atentar para os valores dos voos da Parte IV, pois estes são maiores.				
FAIXA DE RISCO		GRAU DE RISCO	Possibilidades	DECISÃO
Voos da Parte III	Voos da Parte III + IV			
0 – 44	0 – 49	Baixo	Monitorar a variação do risco durante a missão	Cmt Missão Aérea / PO/PI
45 – 89	50 – 94	Médio	Ajustar para a próxima missão e monitorar a variação do risco durante a missão	Cmt SU
90 – 119	95 – 124	Alto	Ajustar antes da missão (*)	Cmt U Ae
> de 120	> de 125	Muito Alto	Adiar e replanejar (*)	Cmt U Ae
(*) Caso o grau de risco não possa ser reajustado para valores <b>abaixo de alto</b> , a decisão do prosseguimento da missão é exclusiva do Cmt OM.				
4. AÇÕES DA TRIPULAÇÃO PARA GERENCIAR OS POTENCIAIS DE RISCO PRESENTES:				
Visto do Cmt Missão / PO / PI			Visto do Escalão Superior – Cmt SU / Cmt U Ae (somente para o risco>44) (somente para o risco>49)	
Assinatura:			Assinatura:	
Nome / Posto:			Nome / Posto:	

FIGURA 9 – Parte V do FGR do CAvEx

Fonte: BRASIL, 2017d.

## ANEXO J – Critérios específicos do MSGR aplicável aos operadores de Airbus H225M

## METODO SIPAER DE GERENCIAMENTO DO RISCO



FATOR HOMEM	SIM	NÃO	DESC	PESO
Mais de 1000h totais e de 200h na aeronave				0
<i>Menos de 1000h totais, porém mais de 200h na aeronave</i>				1
<i>Menos de 1000h totais e de 200h na aeronave</i>				2
Simulador da aeronave nos últimos 12 meses				0
<i>Fez simulador há mais de 12 meses, porém há menos de 24 meses</i>				1
<i>Fez simulador há mais de 24 meses ou nunca fez</i>				2
Qualificação prevista e experiência na missão				0
<i>Um tripulante não é operacional, mas é experiente na missão</i>				1
<i>Mais de um tripulante não é operacional e algum é inexperiente</i>				3
Treinamento corrente na aeronave e na missão				0
<i>Piloto sem treinamento recente na aeronave ou na missão</i>				1
<i>Piloto sem treinamento recente na aeronave e na missão</i>				2
Envolvimento apenas entre às 0700P e às 2200P				1
Não cumpriu expediente completo (8h) antes da decolagem				1
Jornada inferior a 12h e menos de 8h voo por dia				1
Tipo de voo não propicia desgaste físico acentuado				2
Sem sobrecarga de trabalho e voa apenas 1 aeronave				1
Estresse mental – causadores e indicadores ausentes				1
FATOR MÁQUINA	SIM	NÃO	DESC	PESO
Setor de Material estruturado e com pessoal capacitado				0
<i>Setor não estruturado, porém, com pessoal capacitado tecnicamente</i>				1
<i>Setor estruturado, mas sem pessoal capacitado tecnicamente</i>				2
<i>Setor não estruturado e sem pessoal capacitado tecnicamente</i>				3
Disponibilidade de ferramentas especiais e EAS				1
Publicações técnicas atualizadas, controladas e disponíveis				1
Mais de 10h após inspeção ou reparo significativo				1
Mais de 50h após revisão geral (A/T)				1
Motores da aeronave são confiáveis				2
Instrumentos de voo e de radionavegação confiáveis				0
<i>Instrumentos não confiáveis e certeza de voo VFR</i>				1
<i>Instrumentos não confiáveis e possibilidade de voo IFR</i>				2
Sist. de combustível com operação e indicação confiáveis				1
Aeronave e equipamentos apropriados à missão				0
<i>Aeronave apropriada, porém, sem os equipamentos adequados</i>				1
<i>Aeronave não apropriada para a missão</i>				3
Combustível testado e aprovado antes do abastecimento				0
Estresse mental – causadores e indicadores ausentes				1
FATOR MEIO	SIM	NÃO	DESC	PESO
Heliponto homologado				2
AIS/MET da rota, destino e alternativa disponíveis				0
<i>Sem informações meteorológicas da alternativa</i>				1
<i>Sem informações meteorológicas do destino e/ou da rota</i>				2
Aeronave equipada com radar meteorológico				1
Vôo inteiro sob condições visuais (VMC)				1
Espaço aéreo des congestionado e sob serviço radar				1
Vôo acima de 500 pés em região habitada				2
VFR diurno sem qualquer restrição de visibilidade				1

FIGURA 10 – Tabela do MSGR do 1º e do 3º Esquadrões do 8º GAv da FAB (frente)

Fonte: BRASIL, 2005.

Nota: Sinalizações em vermelho para identificar as pontuações que foram utilizadas para as estimativas de cálculo das contribuições de cada fator da planilha do MSGR analisada.

### ANEXO K – Demais critérios do MSGR, cálculo de probabilidade e ações de controle

VFR noturno em noite clara ( Lua Cheia + 3 dias)				0
Noite escura, porém o voo ocorre sobre área iluminada				1
Noite escura e voo sobre área não iluminada (selva, mar)				2
Área de operação conhecida pelo piloto				0
Operação diurna em local desconhecido pelo tripulação				1
Operação noturno em local desconhecido pelo tripulação				2
Temperaturas amenas no solo ( entre 5°C e 35°C )				1
Combustível testado e aprovado antes do abastecimento				0
Estresse mental – causadores e indicadores ausentes				1
<b>FATOR MISSÃO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>DESC</b>	<b>PESO</b>
Tempo e meios suficientes para o planejamento da missão				0
Faltam meios adequados para o planejamento				1
Falta tempo para o planejamento				2
Faltam meios e tempo para o planejamento				3
Margens para erros e atrasos				0
Não há margem de tempo prevista para compensar atrasos				1
Não há margem de segurança para corrigir erros de pilotagem				3
Ambiente não incentiva o piloto ao exibicionismo				2
Sem pressão provocada pela escassez de tempo				1
Ausência de condições marginais de decolagem e pouso				3
Não complacência com ações/condições insatisfatórias				3
Menos de 4 eventos distintos planejados				1
Operação predominante na zona crítica de Altura x Velocidade				0
Com possibilidade de executar um pouso corrido				1
Sem possibilidade de executar um pouso corrido				2
Sem emprego de armamento / transporte de carga externa				1
Sem emprego de formaturas (voo em formação)				1
Estresse mental – causadores e indicadores ausentes				1

PROBABILIDADE MÍNIMA		PROBABILIDADE MÁXIMA			
<b>CÁLCULO DA GRAVIDADE:</b> Iniciar com o valor básico (1) e, conforme o caso, adicionar os demais valores.		<b>CÁLCULO DO RISCO</b>			
		Multiplicar a probabilidade pela gravidade			
Valor Básico Inicial	+1	PROBABILIDADE	Vezes	GRAVIDADE	RISCO
1P e 2P com menos de 70 h na função	+1				
Voo a baixa altura (NBA / Tática)	+1 /+2	MÍNIMA	X	TOTAL DO CÁLCULO DA GRAVIDADE	MÍNIMO
Voo de instrução	+1				MÁXIMA
Ambiente Hostil Real	+2				
<b>TOTAL DO CÁLCULO DA GRAVIDADE</b>					

APLICAÇÃO DE AÇÕES DE CONTROLE DO RISCO		
FAIXA DE RISCO	GRAU DE RISCO	AÇÃO RECOMENDADA
0 - 40	Baixo	Monitorar a variação do risco
41 - 100	Médio	Ajustar para a próxima missão
101 - 162	Alto	Ajustar antes da missão
163 - 230	Muito Alto	Adiar e replanejar
231 - 310	Inaceitável	Cancelar

FIGURA 11 – Tabela do MSGR do 1º e do 3º Esquadrões do 8º GAv da FAB (verso)

Fonte: BRASIL, 2005.

Nota: Sinalizações em vermelho para identificar as pontuações que foram utilizadas para as estimativas de cálculo das contribuições de cada fator da planilha do MSGR analisada.

## ANEXO L – Escala de valores das importâncias relativas entre fatores em comparação

**Table 1.1** The fundamental scale

Intensity of importance	Definition	Explanation
1	Equal importance	Two activities contribute equally to the objective
2	Weak	
3	Moderate importance	Experience and judgment slightly favor one activity over another
4	Moderate plus	
5	Strong importance	Experience and judgment strongly favor one activity over another
6	Strong plus	
7	Very strong or demonstrated importance	An activity is favored very strongly over another; its dominance demonstrated in practice
8	Very, very strong	
9	Extreme importance	The evidence favoring one activity over another is of the highest possible order of affirmation
Reciprocals of above	If activity $i$ has one of the above nonzero numbers assigned to it when compared with activity $j$ , then $j$ has the reciprocal value when compared with $i$	A reasonable assumption
Rationals	Ratios arising from the scale	If consistency were to be forced by obtaining $n$ numerical values to span the matrix

FIGURA 12 – Escala fundamental de Saaty

Fonte: SAATY; VARGAS, 2012, p. 5.

**ANEXO M – Parâmetros de índice randômico de consistência****Table 1.2** Average random consistency index (R.I.)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Random consistency index (R.I.)	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

FIGURA 13 – Índice randômico de consistência por número de critérios  
Fonte: SAATY; VARGAS, 2012, p. 9.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Entrevista: Capitão de Fragata (CF) Mauro Daiha Alves Pinto

O CF Daiha, Imediato do 1º Esquadrão de Helicópteros de Instrução à época da confecção desta dissertação, foi Chefe do Departamento de Aviação (CheAvi) do grupo de recebimento do Navio Doca Multipropósito (NDM) “Bahia”. O entrevistado serviu no navio entre os anos de 2016 e 2018, tendo vivenciado a sua ascensão operacional inicial, preparação e condução das primeiras operações aéreas conjuntas embarcadas. Dentre suas experiências como CheAvi, destacam-se o embarque de uma aeronave do Exército Brasileiro (EB), o primeiro estágio de pouso a bordo para pilotos de asas rotativas da Força Aérea Brasileira (FAB) e o exercício conjunto referente à Operação “Atlântico”, objetos desta entrevista.

1 – Seguindo a cronologia dos eventos associados ao incremento das operações aéreas conjuntas, o Sr. pode descrever como transcorreram o planejamento e a preparação do embarque da aeronave do EB a bordo do NDM?

Resposta: Na verdade, não se tratou de um embarque convencional, uma vez que o navio estava atracado. O evento não contou com nenhum tipo de planejamento ou ações preparatórias como adestramentos, treinamentos e *briefings*. Foi um episódio isolado, de oportunidade, em proveito de ações de segurança afetas ao porto da cidade de Santos, em decorrência de uma greve de caminhoneiros em curso em maio de 2018.

2 – Se não houve reuniões prévias de coordenação, como o Sr. trocou informações com a tripulação da aeronave sobre o evento, no trato de aspectos como experiência e grau de familiarização dos pilotos?

Resposta: A troca de informações ocorreu por telefone, entre mim e o Comandante da aeronave, um Pantera K2. Tratamos de considerações triviais como métodos de aproximação e entrada no convoo, além de envelopes de vento e sinais visuais.

3 – Considerando os aspectos básicos do pouso da aeronave cobertos por telefone, como foi tratado o Gerenciamento do Risco Operacional (GRO)?

Resposta: A primeira consideração sobre o GRO diz respeito à análise das condições em que o pouso seria efetuado, interpretadas, por todos os envolvidos, como controladas e conservadoras, com navio atracado e previsão meteorológica favorável. A utilização de ferramentas de apoio à decisão também foi abordada ao telefone, com menção de ambos os lados sobre a planilha de GRO, tratadas de forma independente por aeronave e navio. Neste aspecto, destaco que, mesmo com as condições mencionadas, o ineditismo do evento justificou o lançamento de perigos cujo somatório ocasionou o enquadramento do risco residual no nível de decisão do Comandante do navio, faixa mais alta da nossa planilha de GRO.

4 – O Sr. teria alguma outra consideração sobre o pouso do Pantera K2?

Resposta: Apenas que o evento, que contou com apenas um pouso, não exigiu requisitos de qualificação prévia dos pilotos, sem nenhum grau de familiarização com meios navais, tampouco contribuiu para processos subsequentes de qualificação ou adestramento.

5 – Passando ao segundo marco das operações aéreas conjuntas a bordo do “Bahia”, passo a perguntar sobre o primeiro estágio de pouso a bordo para pilotos de asas rotativas da FAB, conduzido em outubro de 2018. Como o Sr. compara as condições de preparação e execução do estágio em questão e a experiência prévia do navio com a aeronave do EB?

Resposta: Não se pode estabelecer nenhuma relação entre os eventos, tanto no seu planejamento e preparação, quanto na sua execução. O estágio foi a conclusão de uma série medidas preparatórias que, antes da fase prática no mar, contaram com uma reunião geral de coordenação a bordo do navio, com abordagem de temas como condições meteorológicas, situação do navio no embarque, implicações decorrentes e escalação de tripulações.

6 – É possível ampliar as circunstâncias relacionadas à escalação das tripulações das aeronaves e à abordagem do GRO pelos envolvidos?

Resposta: Com relação às escalações, foram definidas tripulações mistas, com a presença de um aviador naval atuando como piloto qualificador e um piloto da FAB, em qualificação. No que diz respeito ao GRO, as planilhas de gerenciamento do risco foram tema de debate no *briefing* de operações aéreas, entretanto, receberam tratamento particular, com preenchimento independente dos aviadores navais, pilotos da FAB e Departamento de Aviação do NDM.

7 – Quanto ao último marco operativo considerado para esta entrevista, que ampliações do primeiro estágio de qualificação para pouso a bordo o Sr. destacaria nos exercícios conjuntos conduzidos em proveito da Operação “Atlântico” em novembro de 2018?

Resposta: Considerando que a aeronave empregada nestes exercícios foi a mesma do estágio anteriormente realizado, o modelo *Airbus* H225M, a principal diferença da Operação “Atlântico” foi relacionada à amplitude da operação e à escalação da tripulação. Nesta oportunidade, houve apenas um pouso a bordo de uma aeronave da FAB, executado por um piloto que havia realizado o estágio no mês anterior, acompanhado de outro piloto que não possuía nenhuma experiência prévia a bordo. Além disso, como se tratou de apenas um pouso, o evento não contou para requisitos de qualificação, destacando-se, basicamente, as mesmas situações do navio fundeado e circunstâncias meteorológicas amenas, com tratamento, mais uma vez, individualizado das planilhas de GRO.

## **APÊNDICE B – Entrevista: Capitão de Corveta (CC) Alexandre Magalhães da Cunha**

O CC Alexandre Cunha, Chefe do Departamento de Operações do 2º Esquadrão de Helicópteros de Emprego Geral à época da confecção desta dissertação, participou da qualificação embarcada de pilotos da Força Aérea Brasileira (FAB) em junho de 2021. O evento contou com uma aeronave *Airbus H225M* da Marinha do Brasil (MB) a bordo do Navio Doca Multipropósito (NDM) “Bahia” e o entrevistado foi dos aviadores navais que atuaram como qualificadores dos pilotos da FAB do Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voo (IPEV).

1 – É possível o Sr. explicar o motivo de a qualificação de pilotos da FAB ter sido realizada a bordo de uma aeronave da MB?

Resposta: Diferentemente das oportunidades anteriores de qualificação de pilotos da FAB a bordo de navios da MB, a qualificação do pessoal do IPEV surgiu de uma demanda específica da campanha de certificação do míssil Exocet AM-39. O episódio fez parte de cronograma de eventos relacionados ao programa H-XBR, com necessidade de qualificação completa dos pilotos de ensaio que participariam dos voos dedicados à campanha. Dessa forma, tratou-se da primeira oportunidade de pouso a bordo executado por pilotos extra Marinha do Brasil (MB) que contou com o navio em movimento.

2 – Que Unidade Aérea (UAe) capitaneou as ações de planejamento, preparação e execução dedicadas ao evento?

Resposta: Como a aeronave utilizada foi do Esquadrão HU-2, toda a escalação de instrutores e qualificadores foi protagonizada pelo pessoal da própria UAe, com programação de adestramentos teóricos, reuniões de padronização e adestramentos práticos. Além disso, toda a abordagem de *briefings* e práticas de Gerenciamento de Risco Operacional (GRO) obedeceu aos procedimentos vigentes no HU-2 à época, caso das planilhas de GRO utilizadas como ferramentas de apoio à decisão do evento.

3 – Qual era o grau de familiarização com a operação embarcada dos pilotos da FAB que seriam qualificados?

Resposta: Nenhum dos pilotos do IPEV havia participado das oportunidades anteriores de operação aéreas conjuntas com embarque em meios navais da MB, portanto, apesar da larga experiência aeronáutica de ensaio, nunca haviam operado a bordo de navios.

4 – Dada a falta de experiência específica dos pilotos do IPEV, qual foi a opção de sequenciamento dos eventos preparatórios para a execução do pouso a bordo com o navio navegando?

Resposta: Como tínhamos os precedentes conhecidos de operações aéreas conjuntas com pouso a bordo do próprio NDM e do Navio-Aeródromo Multipropósito (NAM) “Atlântico”, optamos por adotar uma abordagem inicial semelhante às passadas. Dessa forma, entendemos que, sobretudo quando se considerou a falta de experiência específica dos pilotos do IPEV, deveria haver uma escalada gradual de complexidade e dificuldade associada dos eventos preparatórios. Assim, após os adestramentos teóricos e padronizações em solo, houve treinamentos práticos com simulação de pouso a bordo no aeródromo da Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia, pousos com o navio fundeado, para então, apenas após a consolidação dos ensinamentos de todos esses eventos, qualificar os pilotos do IPEV com o navio navegando.

5 – Dado o ineditismo do evento, há algum outro comentário que o Sr. gostaria de adicionar que possa contribuir para futuras operações semelhantes?

Resposta: Apesar de não ter influenciado a condução do pouso a bordo com o navio navegando, dos três pilotos do IPEV qualificados, os dois primeiros que aguardaram no navio para a troca da tripulação ficaram momentaneamente indispostos. Achei o fato relevante pois acredito que o tempo necessário à ambientação a bordo de pilotos extra MB em futuras operações conjuntas de maior vulto deve ser uma variável importante no seu planejamento.

### APÊNDICE C – Entrevista: Capitão-Tenente (CT) Bruno Jadson Silva Lima

O CT Jadson, Oficial de Segurança de Aviação (OSAv) do Navio-Aeródromo Multipropósito (NAM) “Atlântico” à época da confecção desta dissertação, acompanhou, já na função de OSAv, o planejamento e execução das Operações “Poseidon” e “Urano”. A primeira, ocorrida em outubro de 2020, promoveu, pela primeira vez, a qualificação simultânea de pilotos do Exército Brasileiro (EB) e da Força Aérea Brasileira (FAB) por aviadores navais. Quanto à segunda, realizada em março de 2021, tratou-se, basicamente, de uma sequência das operações conjuntas iniciadas no NAM no ano de 2020. Os eventos, de forma coerente com a evolução das operações aéreas conjuntas no cenário nacional, foi mais um passo para a interoperabilidade das Forças Armadas (FA) brasileiras e contou com aeronaves da MB, EB e FAB.

1 – Houve algum aproveitamento dos precedentes conhecidos das operações aéreas conjuntas a bordo do Navio Doca Multipropósito (NDM) “Bahia” no planejamento e execução da Operação “Poseidon”?

Resposta: Com certeza, sobretudo quando se considera que as aeronaves empregadas na “Poseidon” foram do mesmo modelo que operou a bordo do “Bahia”, o *Airbus H225M*. Procuramos obedecer à escalada de dificuldade e sequência de eventos de adestramentos teóricos, padronizações, treinamentos práticos até a execução do pouso com o navio fundeado, inclusive com a escalação de tripulações mistas, compostas em sua totalidade por um aviador naval como qualificador e um outro piloto do EB ou da FAB em qualificação.

2 – O que o Sr. pode comentar sobre a experiência prévia em operações embarcadas dos pilotos do EB e da FAB?

Como foi optado pelas tripulações mistas, não estabelecemos como requisito de escalação a experiência pregressa dos pilotos do EB e da FAB, apesar de termos levantado que muitos dos pilotos da FAB envolvidos já haviam operado a bordo do NDM.

3 – Como foi abordado o Gerenciamento do Risco Operacional (GRO) nos *briefings* de operações aéreas e no trato de ferramentas de apoio à decisão como as planilhas de GRO?

Resposta: O tema foi objeto recorrente de debate em todos os *briefings* da “Poseidon”, entretanto, a utilização de ferramentas como as planilhas de GRO foi conduzida de maneira independente por MB, EB e FAB. Neste aspecto, ressalto ainda que, no âmbito da MB, também tratamos as planilhas da aeronave e do navio de forma particularizada.

4 – Com relação à Operação “Urano”, como o Sr. classificaria a continuidade de dos seus eventos relacionados com aqueles que foram conduzidos em proveito da “Poseidon”?

Resposta: Na verdade, ao meu ver, pelo menos em termos de interoperabilidade a bordo do NAM, a “Urano” pode ser interpretada como uma sequência evolutiva da “Poseidon”, uma vez que teve planejamento e preparação idêntico, e execução com algumas inovações. Com relação às evoluções que podem ser mencionadas, destaco, basicamente, dois aspectos, a escalação das tripulações e a interação de meios.

5 – O Sr. poderia ampliar os aspectos relevantes relacionados à escalação das tripulações para a “Urano”?

Resposta: Diferentemente da “Poseidon”, as aeronaves da MB, EB e FAB foram tripuladas exclusivamente pelo seu pessoal, ressaltando-se que os pilotos que executaram os pousos, mais uma vez com o navio fundeado, haviam participado da “Poseidon”.

6 – Quais evoluções significativas podem ser associadas à interação de meios?

Resposta: A “Urano” foi a primeira oportunidade de observar os meios da MB, EB e FAB operando simultaneamente, o que demonstrou a versatilidade do controle de tráfego de bordo e de adaptabilidade das tripulações do EB e da FAB ao contexto conjunto naval.

**APÊNDICE D – Critérios e respectivos subcritérios de GRO de operações aéreas**

TABELA 1 – Possíveis critérios de GRO de operações aéreas conjuntas embarcadas

Critérios	Subcritérios
Fator Humano	Psicológicos
	Médicos
	Ergonômicos
Fator Material	Fabricação
	Manuseio
	Projeto
Fator Operacional	Desempenho Humano
	Infraestrutura Aeroportuária
	Infraestrutura de Tráfego Aéreo
	Outros (meteorologia, risco de fauna)

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

## APÊNDICE E – Cálculos do autovalor e do autovetor da matriz de comparação

Este apêndice visa a não comprometer a organização textual desta dissertação com detalhamento excessivo de equações e cálculos pertinentes às definições de autovalor e autovetor da matriz de comparação. Neste sentido, segundo *Saaty* (1980), sendo  $n$  a quantidade de critérios,  $\lambda_{max}$  o autovalor da matriz  $A$  e  $w$  o respectivo autovetor, em casos perfeitamente consistentes,  $\lambda_{max} = n$  e  $a_{ij} = w_i/w_j$ , entretanto, em casos reais, a expressão  $\lambda_{max} - n$  é um indicador da consistência da matriz. Ou seja, quanto mais perto de  $n$  estiver o  $\lambda_{max}$ , maior a consistência das percepções representadas pela matriz. Detalhando este contexto, dada a matriz  $A = (a_{ij})$ , sua consistência é evidenciada pelo vetor  $w$  da equação:

$$A \times w = \lambda_{max} \times w \quad (1)$$

Tal vetor, ou autovetor, após a normalização da matriz, recebe a denominação de vetor de prioridades (SAATY, VARGAS, 2012). De forma a ilustrar tais conceitos, admite-se um cenário com três critérios, A, B e C, e, com base na escala fundamental, pode-se estabelecer um exemplo prático de aplicação do método. Admitindo-se que critérios iguais tem a mesma importância e que A tem importância muito forte em relação a B e forte em relação a C, além da importância moderada deste em relação a B, é possível construir a seguinte matriz:

$$\begin{matrix} 1 & 7 & 5 \\ 1/7 & 1 & 1/3 \\ 1/5 & 3 & 1 \end{matrix} \quad (2)$$

No exemplo, pode-se destacar a diagonal da matriz com os valores de identidade, das comparações de critérios iguais, ou seja, A em relação a A e assim por diante. Em um segundo momento, destacam-se as percepções verbais de relevância, par a par, citadas da descrição do cenário hipotético, traduzidas nos seus correspondentes numéricos, com 7 representando a relação entre os critérios A e B, 5, A e C, e 3, C e B.

Compreendidos todos os elementos da matriz exemplificada, é necessária sua normalização para a geração do vetor de prioridades. Tal medida é concretizada por meio de três passos, o somatório dos itens de cada coluna da matriz, a confecção de nova matriz com a divisão de cada um dos seus elementos pelo somatório da respectiva coluna, e cálculo da média dos elementos de cada linha. Dessa forma, a primeira etapa pode ser ilustrada da seguinte forma:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 7 & 5 \\ 1/7 & 1 & 1/3 \\ 1/5 & 3 & 1 \end{array} \quad (3)$$

$$1,343 \quad 11 \quad 6,33$$

Com relação ao segundo passo, a matriz resultante é a que se segue:

$$\begin{array}{ccc} 1/1,343 & 7/11 & 5/6,33 \\ (\frac{1}{7})/1,343 & 1/11 & (\frac{1}{3})/6,33 \\ (\frac{1}{5})/1,343 & 3/11 & 1/6,33 \end{array} \quad (4)$$

Resolvendo as frações, a matriz normalizada dispõe dos elementos a seguir:

$$\begin{array}{ccc} 0,74 & 0,64 & 0,79 \\ 0,11 & 0,09 & 0,05 \\ 0,15 & 0,27 & 0,16 \end{array} \quad (5)$$

Por fim, o vetor de prioridades  $w$  advém do somatório dos itens da mesma linha da matriz dividido pelo número de critérios e será utilizado na equação (1) no cálculo do autovalor  $\lambda_{max}$  e na sequência de avaliação dos padrões de consistência da matriz elaborada, ou seja:

$$\begin{array}{l} (0,74 + 0,64 + 0,79)/3 = 0,723 \\ (0,11 + 0,9 + 0,05)/3 = 0,353 \\ (0,15 + 0,27 + 0,16)/3 = 0,193 \end{array} \quad (6)$$

Dando sequência ao exemplo, de acordo com Saaty (1980), há que se multiplicar a matriz de comparação original (2) pelo vetor de prioridades ilustrado pela matriz de coluna única (6), de forma a encontrar o valor de  $\lambda_{max}$ .

O cálculo de  $\lambda_{max}$  evidencia todos os valores necessários à identificação dos parâmetros de consistência das percepções comparativas entre as importâncias dos critérios considerados no problema decisório em questão, no caso do exemplo, A, B e C. Dessa forma, ilustra-se a operação (2) x (6):

$$\begin{array}{ccc} 1 & 7 & 5 \\ 1/7 & 1 & 1/3 \\ 1/5 & 3 & 1 \end{array} \quad \times \quad \begin{array}{l} 0,723 \\ 0,353 \\ 0,193 \end{array} \quad (7)$$

O resultado obtido desta operação é a matriz de coluna única a seguir:

$$\begin{array}{l} 4,16 \\ 0,52 \\ 1,40 \end{array} \quad (8)$$

Segundo Saaty (1980), reescrevendo a equação (1), obtém-se a seguinte expressão para o autovalor:

$$\lambda_{max} = (1/n) \sum_{i=1}^n (v_i [Aw]_i) / w_i \quad (9)$$

Traduzindo as operações indicadas pela equação (9), constata-se que o  $\lambda_{max}$  é o somatório das razões entre os elementos correspondentes das matrizes de coluna única (8) e (6), dividido pelo número de critérios considerados. Assim:

$$\lambda_{max} = \left(\frac{1}{3}\right) \times \left[\left(\frac{4,16}{0,723}\right) + \left(\frac{0,52}{0,353}\right) + \left(\frac{1,40}{0,193}\right)\right] \quad (10)$$

Como ilustração, no caso deste exemplo prático numérico, o autovalor a ser utilizado nas avaliações pertinentes de consistência seria igual a 4,83.

## APÊNDICE F – Cálculos dos índices de consistência de uma matriz de comparação

Este apêndice visa a não prejudicar a organização textual desta dissertação com detalhamento excessivo de equações e cálculos pertinentes aos índices de consistência da matriz de comparação. De acordo com *Saaty e Vargas (2012)*, tais índices são calculados com base em equações alimentadas por valores do autovalor e autovetor da matriz de comparação. Além disso, os autores também apontam a necessidade de consulta da tabela do IR (FIGURA 13, ANEXO M). Ampliando tais definições, a referência define as seguintes fórmulas para o Índice de Consistência (IC) e Razão de Consistência (RC):

$$IC = (\lambda \max - n)/(n - 1) \quad (11)$$

$$RC = IC/IR \quad (12)$$

Segundo *Saaty e Vargas (2012)*, o IR é definido por valores predeterminados estabelecidos de acordo com a quantidade de critérios considerados no sistema ou processo em questão. Tal índice é o denominador da RC que, de acordo com a referência, deve ser menor ou igual a 10% para ser considerada adequada. Também é apontado pela fonte que nos casos de constatação de inconsistências, deve-se iniciar todo o processo novamente, partindo-se da busca por informações adicionais que permitam a reavaliação das percepções comparativas entre os critérios do sistema consideradas inicialmente.

Apresentados os conceitos do AHP, apenas para ilustrar a aplicação dos parâmetros de consistência, no exemplo prático utilizado no APÊNDICE E, tem-se o  $\lambda \max = 4,83$  e, segundo a tabela de índice randômico de consistência (FIGURA 13, ANEXO L),  $IR = 0,52$ . Assim, os valores de IC e RC seriam dados pelas expressões a seguir:

$$IC = \frac{4,83-3}{3-1} = 0,915 \quad (13)$$

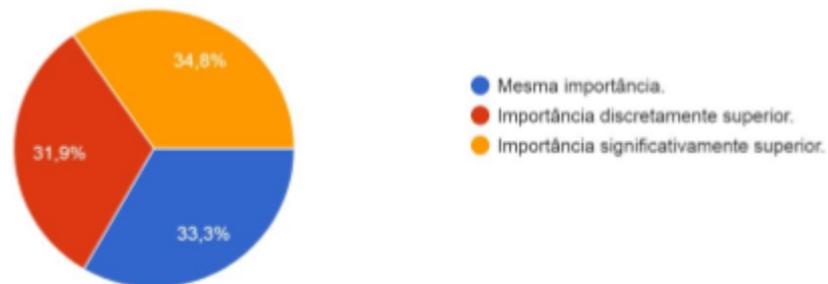
$$RC = \frac{0,915}{0,52} = 1,75 \quad (14)$$

Dessa forma, com o RC maior do que 0,1, tolerância máxima de inconsistência admitida pelo método AHP, pode-se concluir que o exemplo prático demandaria a retomada das comparações iniciais entre critérios. Admite-se que a condução de tal processo pode ser iniciada com a avaliação da grandeza das disparidades afetas às importâncias relativas de cada critério, além da verificação da disponibilidade de índices numéricos intermediários da escala fundamental para graduar de forma mais equilibrada as percepções dos fatores considerados.

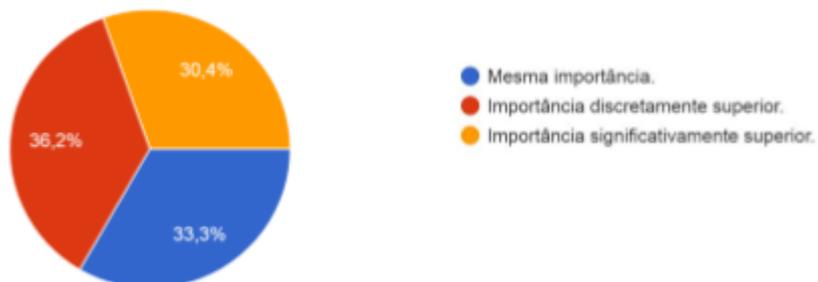
## APÊNDICE G – Formulário de apoio aplicado aos operadores de *Airbus H225M*

O objetivo do questionário foi coletar dados para sugerir pesos a critérios de uma planilha de Gerenciamento de Riscos Operacional (GRO) de um voo em proveito de operações conjuntas com pouso a bordo em meios navais da Marinha do Brasil (MB). Foram utilizados como base os conceitos de fatores contribuintes constantes no Anexo D do Manual do Comando da Aeronáutica nº 3-6: Manual de Investigação do SIPAER, de 2017. O público-alvo selecionado abrangeu os pilotos militares da MB, Exército Brasileiro (EB) e Força Aérea Brasileira (FAB), todos orgânicos das seis Unidades Aéreas operadoras da aeronave modelo *Airbus H225M*, protagonista das recentes operações aéreas conjuntas no Brasil. A pesquisa contou com a participação de 69 pilotos militares<sup>27</sup>, sendo 32 da MB, 12 do EB e 25 da FAB, tendo sido composta pelas seguintes perguntas:

1 – Como o Sr. classifica a importância do Fator **Humano** em relação ao Fator **Material** no GRO? (69 respostas)

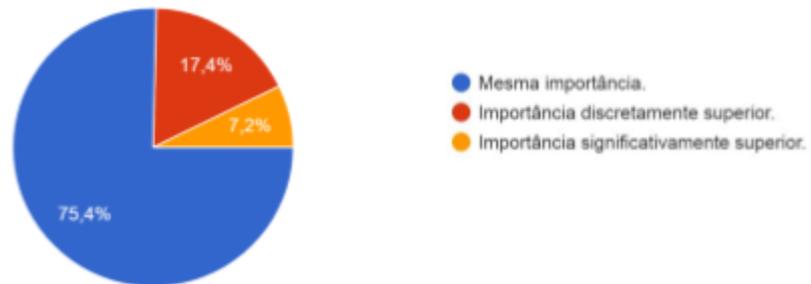


2 - Como o Sr. classifica a importância do Fator **Humano** em relação ao Fator **Operacional** no GRO? (69 respostas)

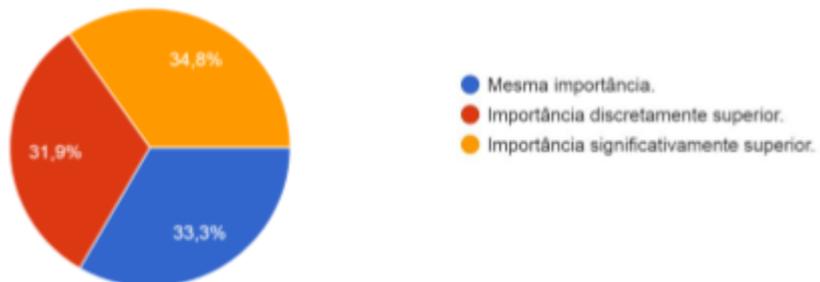


<sup>27</sup> E-mails e respostas dos participantes ilustradas neste APÊNDICE disponíveis em: <[https://docs.google.com/forms/d/10DZIT5Z8QB8KitvNE4tS3X-TQsi68\\_RJrtbmArreH90/edit#responses](https://docs.google.com/forms/d/10DZIT5Z8QB8KitvNE4tS3X-TQsi68_RJrtbmArreH90/edit#responses)>.

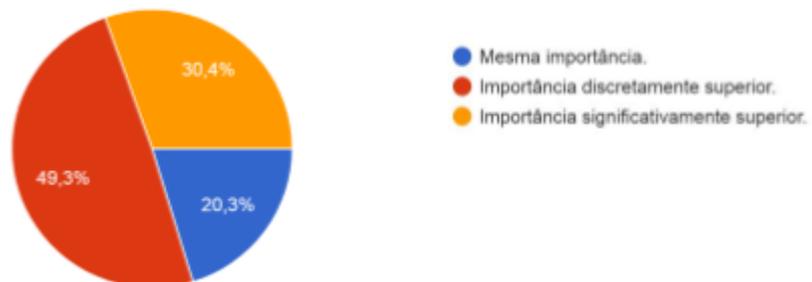
3 - Como o Sr. classifica a importância do Fator **Material** em relação ao Fator **Operacional** no GRO? (69 respostas)



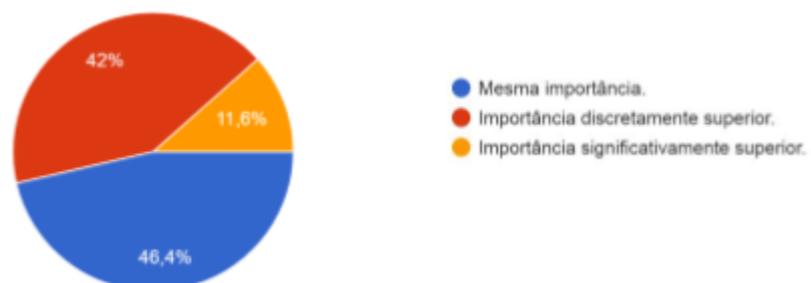
4 - Considerando o Fator **Humano**, como o Sr. classifica a importância dos seus Aspectos **Psicológicos** em relação aos Aspectos **Médicos** no GRO? (69 respostas)



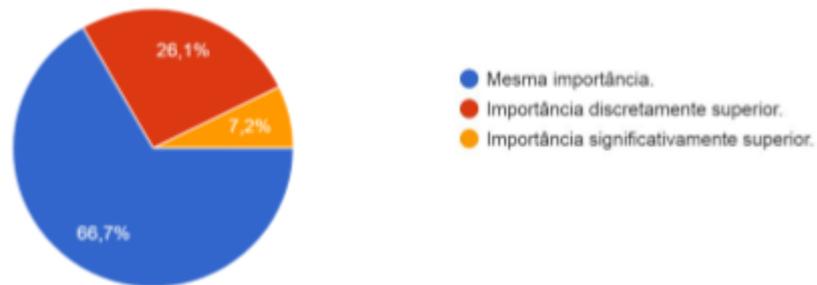
5 - Considerando o Fator **Humano**, como o Sr. classifica a importância dos seus Aspectos **Psicológicos** em relação aos Aspectos **Ergonômicos** no GRO? (69 respostas)



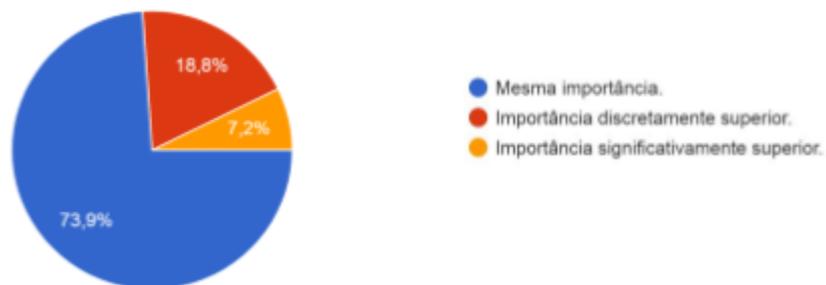
6 - Considerando o Fator **Humano**, como o Sr. classifica a importância dos seus Aspectos **Médicos** em relação aos Aspectos **Ergonômicos** no GRO? (69 respostas)



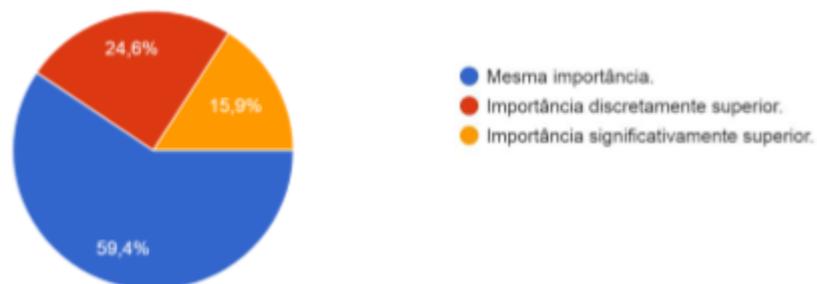
7 - Considerando o Fator **Material**, como o Sr. classifica a importância dos seus Aspectos de **Fabricação** em relação aos Aspectos de **Manuseio** no GRO? (69 respostas)



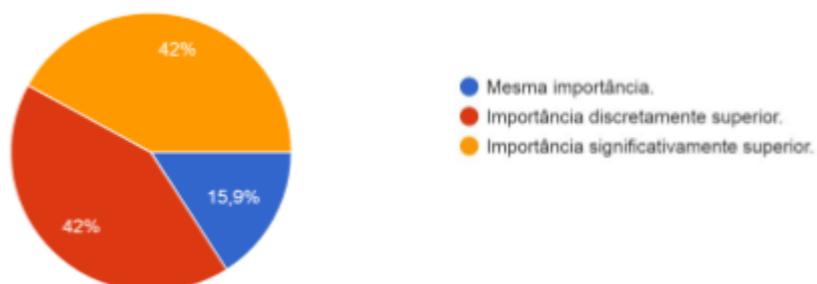
8 - Considerando o Fator **Material**, como o Sr. classifica a importância dos seus Aspectos de **Fabricação** em relação aos Aspectos de **Projeto** no GRO? (69 respostas)



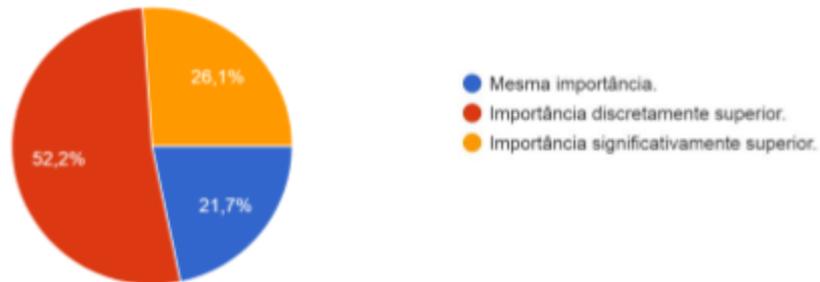
9 - Considerando o Fator **Material**, como o Sr. classifica a importância dos seus Aspectos de **Manuseio** em relação aos Aspectos de **Projeto** no GRO? (69 respostas)



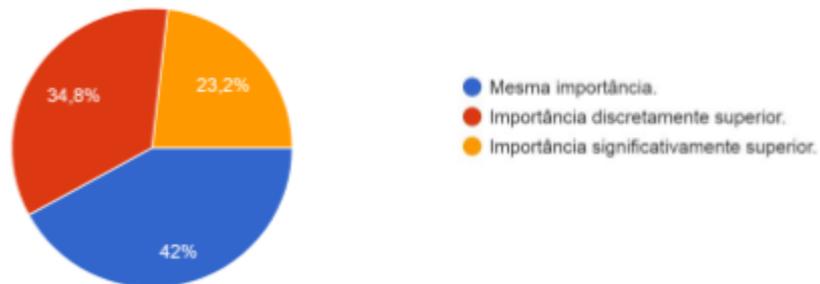
10 - Considerando o Fator **Operacional**, como o Sr. classifica a importância dos seus Aspectos de **Desempenho Humano** (operação de aeronaves, manutenção de aeronaves e prestação de serviços de tráfego aéreo) em relação aos Aspectos de **Infraestrutura Aeroportuária** no GRO? (69 respostas)



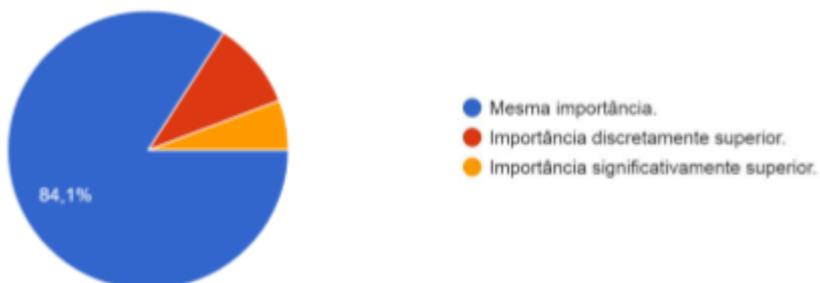
11 - Considerando o Fator **Operacional**, como o Sr. classifica a importância dos seus Aspectos de **Desempenho Humano** (operação de aeronaves, manutenção de aeronaves e prestação de serviços de tráfego aéreo) em relação aos Aspectos de **Infraestrutura de Tráfego Aéreo** no GRO? (69 respostas)



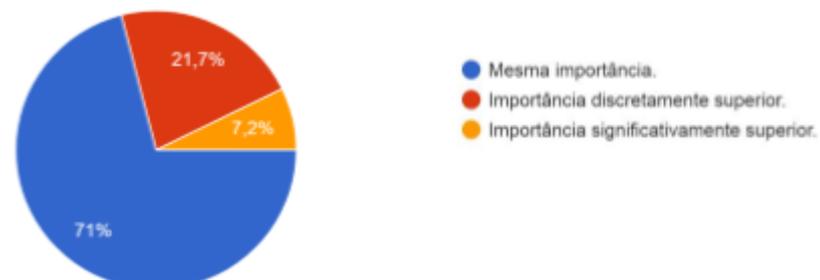
12 - Considerando o Fator **Operacional**, como o Sr. classifica a importância dos seus Aspectos de **Desempenho Humano** (operação de aeronaves, manutenção de aeronaves e prestação de serviços de tráfego aéreo) em relação ao **risco de fauna** e/ou de **condições meteorológicas adversas** no GRO? (69 respostas)



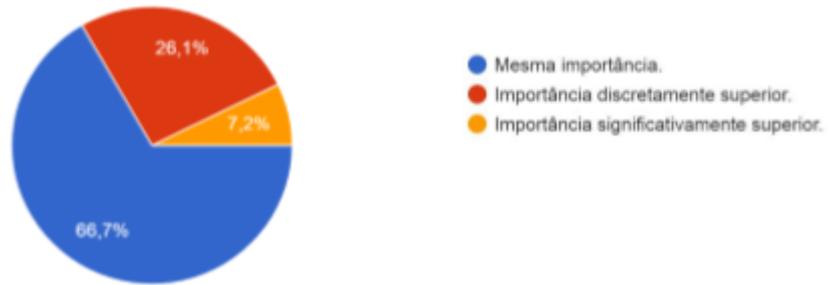
13 - Considerando o Fator **Operacional**, como o Sr. classifica a importância dos seus Aspectos de **Infraestrutura Aeroportuária** em relação aos Aspectos de **Infraestrutura de Tráfego Aéreo** no GRO? (69 respostas)



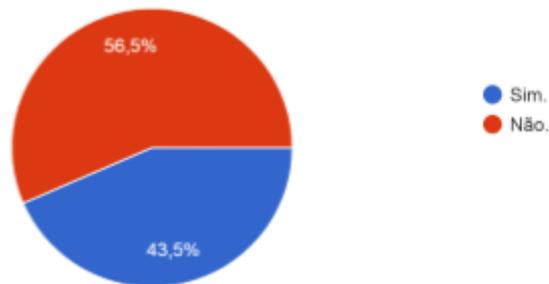
14 - Considerando o Fator **Operacional**, como o Sr. classifica a importância dos seus Aspectos de **Infraestrutura Aeroportuária** em relação ao **risco de fauna** e/ou de **condições meteorológicas adversas** no GRO? (69 respostas)



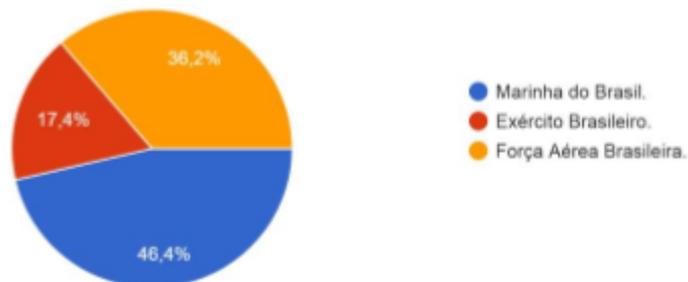
15 - Considerando o Fator **Operacional**, como o Sr. classifica a importância dos seus Aspectos de **Infraestrutura de Tráfego Aéreo** em relação ao **risco de fauna** e/ou de **condições meteorológicas adversas** no GRO? (69 respostas)



16 - O Sr. possui alguma experiência de operações aéreas conjuntas com pouso a bordo dos meios navais da Marinha do Brasil? (69 respostas)



17 - O Sr. serve em que instituição? (69 respostas)



**APÊNDICE H – Hierarquização de fatores do GRO conjunto de operações aéreas**

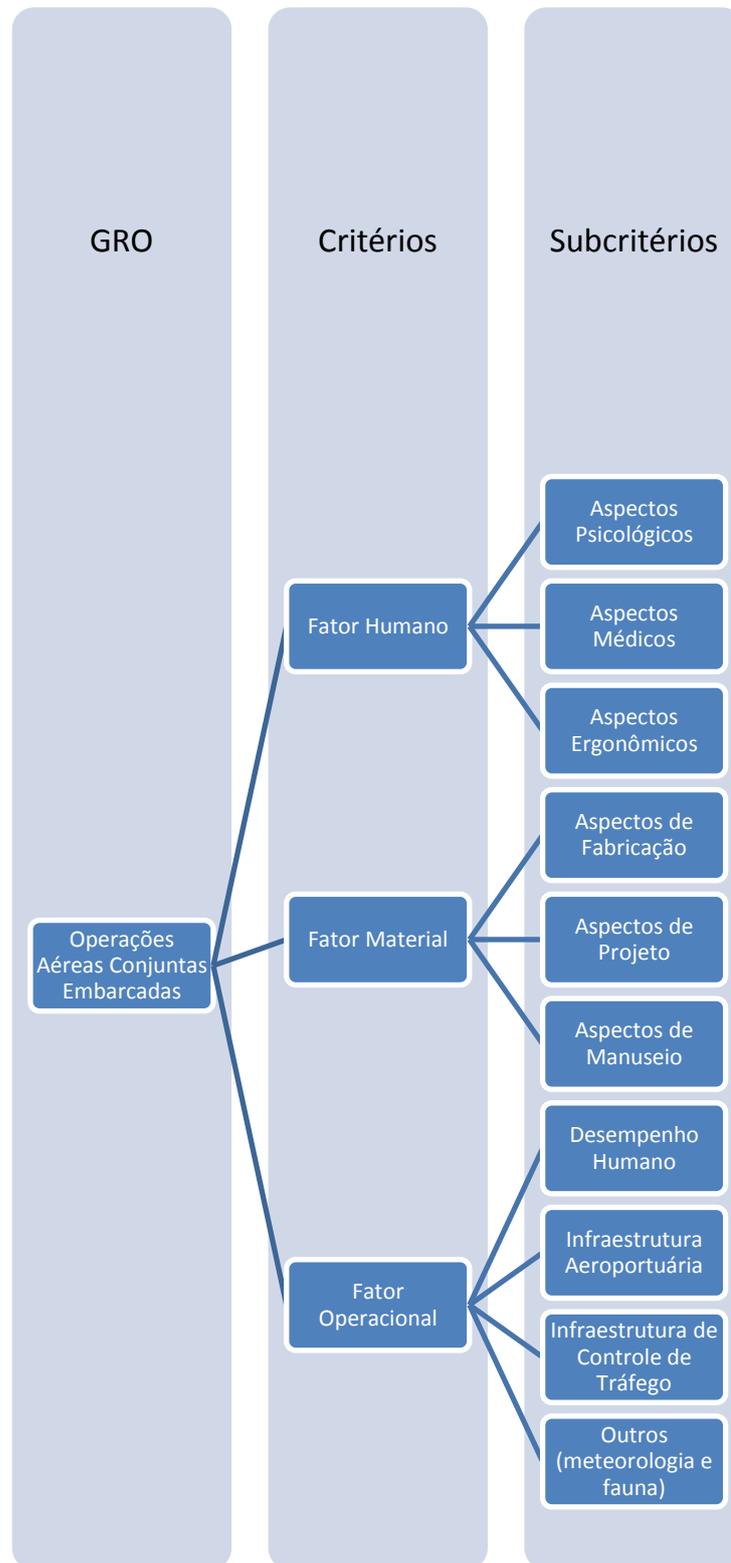


FIGURA 14 – Ilustração hierárquica dos critérios do GRO das operações aéreas conjuntas  
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

## **APÊNDICE I – Análise abreviada dos resultados do formulário de apoio**

A compilação das respostas obtidas do formulário de apoio a este trabalho visa a possibilitar a construção de matrizes de prioridade relativas entre os diversos critérios e subcritérios integrantes do processo de GRO ilustrado no APÊNDICE H. Constatada a falta de consenso entre as respostas dos participantes da pesquisa, de forma a permitir uma representação fidedigna das opiniões dos especialistas, optou-se por adotar a média aritmética das importâncias relativas numéricas interpretadas pelo público-alvo. Neste momento é importante destacar a correspondência numérica proposta na porção textual desta dissertação, com atribuição de, no máximo, grau 7 para as comparações interpretadas como significativamente mais importantes, e entre 2 e 5 para as discretamente mais importantes.

A primeira consolidação de respostas diz respeito às questões 1 a 3, relacionadas os critérios a serem considerados em um GRO conjunto de operações aéreas, fatores humano, material e operacional. A segunda integração de dados é afeta às questões 4 a 6, pertinentes aos aspectos do fator humano, seguida pelas questões 7 a 9, concernentes às variáveis do fator material, e 10 a 15, associadas ao fator operacional. Com relação à questão 16, sua colocação justifica-se pela busca da credibilidade das percepções dos especialistas, confirmada de forma satisfatória, já que, mesmo com as poucas oportunidades de interações conjuntas, constatou-se que mais da metade dos respondentes possuem experiências pertinentes ao assunto. Sobre a questão 17, a classificação do participante da pesquisa visou apenas a quantificar os participantes por cada Força Armada.

## APÊNDICE J – Importâncias relativas entre os critérios do GRO

Considerando as 69 repostas e as porcentagens indicadas no APÊNDICE G, a atribuição de grau 7 para a importância significativamente superior e 5 para a discretamente superior resulta nos seguintes cálculos:

$$\text{Comparações entre os fatores humano e material} = \frac{23x1 + 22x5 + 24x7}{69} = 4,36$$

$$\text{Comparações entre os fatores humano e operacional} = \frac{23x1 + 25x5 + 21x7}{69} = 4,27$$

$$\text{Comparações entre os fatores material e operacional} = \frac{52x1 + 12x5 + 5x7}{69} = 2,13$$

Arredondando as médias calculadas para o inteiro mais próximo, a matriz de comparação dos fatores contribuintes do GRO fica conforme a seguir:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 4 & 4 \\ 1/4 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 1 \end{array}$$

De acordo com os cálculos de autovalor e autovetor (APÊNDICE E), índices de consistência (APÊNDICE F), e com a tabela de Índice Randômico de consistência (FIGURA 13, ANEXO M), a matriz de comparação apresentada gera os valores a seguir:

$$\text{Autovalor } (\lambda \text{ max}) = 3,06858$$

$$IC = \frac{3,06858 - 3}{3 - 1} = 0,03429$$

$$IR (\text{para } n = 3) = 0,52$$

$$RC = \frac{0,03429}{0,52} = 0,065942$$

Já que ficou abaixo de 10%, a RC de, aproximadamente, 6,6%, possibilita a evidenciação do vetor de prioridades dos fatores comparados sem quaisquer correções de valores. Dessa forma, após efetuar a normalização da matriz descrita no APÊNDICE E, é possível compor a seguinte matriz de coluna única correspondente aos pesos dos critérios do GRO considerados:

0,655  
0,211  
0,133

Portanto, após cumprida a sequência do método AHP ampliada nos APÊNDICES mencionados e arredondando adequadamente os valores encontrados do vetor de prioridades, obteve-se um dimensionamento da distribuição de pesos dos critérios no GRO. Dessa forma, a contribuição dos critérios considerados deve ser conforme ilustrado a seguir:

TABELA 2 – Comparação de importâncias relativas dos critérios do GRO

Critérios	Contribuição para o GRO
Fator Humano	66%
Fator Material	21%
Fator Operacional	13%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

### APÊNDICE K – Importâncias relativas entre subcritérios do fator humano

Considerando as 69 repostas e as porcentagens indicadas no APÊNDICE G, a atribuição de grau 7 para a importância significativamente superior e 5 para a discretamente superior resulta nos seguintes cálculos:

$$\text{Comparações entre os aspectos psicológicos e médicos} = \frac{23x1 + 22x5 + 24x7}{69} = 4,36$$

$$\text{Comparações entre os aspectos psicológicos e ergonômicos} = \frac{14x1 + 34x5 + 21x7}{69} = 4,79$$

$$\text{Comparações entre os aspectos médicos e ergonômicos} = \frac{32x1 + 29x5 + 8x7}{69} = 3,37$$

Arredondando as médias calculadas para o inteiro mais próximo, a matriz de comparação dos aspectos do fator humano do GRO fica conforme a seguir:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 4 & 5 \\ 1/4 & 1 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 \end{array}$$

De acordo com os cálculos de autovalor e autovetor (APÊNDICE E), índices de consistência (APÊNDICE F), e com a tabela de Índice Randômico de consistência (FIGURA 13, ANEXO M), a matriz de comparação apresentada gera os valores a seguir:

$$\text{Autovalor } (\lambda \text{ max}) = 3,121839$$

$$IC = \frac{3,121839 - 3}{3 - 1} = 0,060919$$

$$IR \text{ (para } n = 3) = 0,52$$

$$RC = \frac{0,060919}{0,52} = 0,117152$$

De acordo com o método AHP ampliado nos APÊNDICES E e F, a RC calculada, de, aproximadamente, 11,7% não permite a evidenciação do vetor de prioridades dos aspectos comparados sem correções de valores. Observando-se as três médias resultantes das comparações entre os aspectos dois a dois, buscou-se um novo arredondamento que não interferisse com a sequência hierárquica caracterizada, com enfoque na maior e na menor média. Dessa forma, a manipulação vislumbrada, mantendo a hierarquia de prioridades, seria a associada ao arredondamento da menor média, 3,37, para 2 em vez de 3, ainda dentro do intervalo previamente definido como adequado para uma importância discretamente superior, entre 2 e 5, descrito no APÊNDICE I. Assim, a matriz corrigida passa a ser a seguinte:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 4 & 5 \\ 1/4 & 1 & 2 \\ 1/5 & 1/2 & 1 \end{array}$$

Repetindo os cálculos de autovalor e autovetor (APÊNDICE E), índices de consistência (APÊNDICE F), e considerando a tabela de Índice Randômico de consistência (FIGURA 13, ANEXO M), a matriz de comparação corrigida gera os valores a seguir:

$$\text{Autovalor } (\lambda \max) = 3,032579$$

$$IC = \frac{3,032579 - 3}{3 - 1} = 0,01629$$

$$IR \text{ (para } n = 3) = 0,52$$

$$RC = \frac{0,01629}{0,52} = 0,031326$$

A RC corrigida, de, aproximadamente, 3,13% possibilita a evidenciação do vetor de prioridades dos aspectos comparados sem outras correções de valores, permitindo compor a seguinte matriz de coluna única correspondente aos pesos aspectos do fator humano abordados:

0,680  
0,201  
0,117

Portanto, após cumprida a sequência do método AHP ampliada nos APÊNDICES mencionados e corrigindo adequadamente os valores encontrados do vetor de prioridades, obteve-se um dimensionamento da distribuição de pesos desses subcritérios no GRO. Dessa forma, a contribuição dos aspectos do fator humano deve ser conforme ilustrado a seguir:

TABELA 3 – Comparação de importâncias relativas dos subcritérios do fator humano

Subcritérios	Contribuição para o GRO
Aspectos Psicológicos	68%
Aspectos Médicos	20%
Aspectos Ergonômicos	12%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

### APÊNDICE L – Importâncias relativas entre subcritérios do fator material

Considerando as 69 repostas e as porcentagens indicadas no APÊNDICE G, a atribuição de grau 7 para a importância significativamente superior e 5 para a discretamente superior resulta nos seguintes cálculos:

$$\text{Comparações entre os aspectos de fabricação e projeto} = \frac{46x1 + 18x5 + 5x7}{69} = 2,47$$

$$\text{Comparações entre os aspectos de fabricação e manuseio} = \frac{51x1 + 13x5 + 5x7}{69} = 2,18$$

$$\text{Comparações entre os aspectos de projeto e manuseio} = \frac{41x1 + 17x5 + 11x7}{69} = 2,94$$

Arredondando as médias calculadas para o inteiro mais próximo, a matriz de comparação dos fatores contribuintes do GRO fica conforme a seguir:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 2 & 2 \\ 1/2 & 1 & 3 \\ 1/2 & 1/3 & 1 \end{array}$$

De acordo com os cálculos de autovalor e autovetor (APÊNDICE E), índices de consistência (APÊNDICE F), e com tabela de Índice Randômico de consistência (FIGURA 13, ANEXO M), a matriz de comparação apresentada gera os valores a seguir:

$$\text{Autovalor } (\lambda \text{ max}) = 3,16431$$

$$IC = \frac{3,16431 - 3}{3 - 1} = 0,082155$$

$$IR (\text{para } n = 3) = 0,52$$

$$RC = \frac{0,082155}{0,52} = 0,15799$$

De acordo com o método AHP ampliado nos APÊNDICES E e F, a RC calculada, de, aproximadamente, 15,8% não permite a evidenciação do vetor de prioridades dos aspectos comparados sem correções de valores. Observando-se as três médias resultantes das comparações entre os aspectos dois a dois e uma distribuição menos esparsa do que a observada nas médias das comparações dos aspectos do fator humano, todas entre 2 e 3, optou-se por igualar todos os arredondamentos para baixo, com o grau 2. A manipulação escolhida não mantém a hierarquia de prioridades inicial, entretanto, foi considerada como o arredondamento menos acentuado disponível, já que a alternativa de arredondar a maior média (2,94) para 4, foi interpretada como incompatível com o grau de dispersão das médias. Assim, a matriz corrigida passa a ser a seguinte:

$$\begin{array}{ccc} 1 & 2 & 2 \\ 1/2 & 1 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1 \end{array}$$

Repetindo os cálculos de autovalor e autovetor (APÊNDICE E), índices de consistência (APÊNDICE F), e considerando a tabela de Índice Randômico de consistência (FIGURA 13, ANEXO M), a matriz de comparação corrigida gera os valores a seguir:

$$\text{Autovalor } (\lambda \text{ max}) = 3,060714$$

$$IC = \frac{3,060714 - 3}{3 - 1} = 0,030357$$

$$IR \text{ (para } n = 3) = 0,52$$

$$RC = \frac{0,030357}{0,52} = 0,058379$$

A RC corrigida, de, aproximadamente, 5,8% possibilita a evidenciação do vetor de prioridades dos aspectos comparados sem outras correções de valores, permitindo compor a seguinte matriz de coluna única correspondente aos pesos aspectos do fator material abordados:

0,490  
0,311  
0,197

Portanto, após cumprida a sequência do método AHP ampliada nos APÊNDICES mencionados e corrigindo adequadamente os valores encontrados do vetor de prioridades, obteve-se um dimensionamento da distribuição de pesos desses subcritérios no GRO. Dessa forma, a contribuição dos aspectos do fator material deve ser conforme ilustrado a seguir:

TABELA 4 – Comparação de importâncias relativas dos subcritérios do fator material

Subcritérios	Contribuição para o GRO
Fabricação	49%
Projeto	31%
Manuseio	20%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

### APÊNDICE M – Importâncias relativas entre subcritérios do fator operacional

Considerando as 69 repostas e as porcentagens indicadas no APÊNDICE G, a atribuição de grau 7 para a importância significativamente superior e 5 para a discretamente superior resulta em cálculos pertinentes às comparações realizadas. Especificamente nos aspectos do fator operacional, tal confrontação ocorreu entre quatro subcritérios, Desempenho Humano (DH), Infraestrutura Aeroportuária (IA), Infraestrutura de Tráfego Aéreo (ITA) e outros fatores, compreendidos por meteorologia e fauna:

$$\text{Comparação entre os aspectos de DH e IA} = \frac{11x1 + 29x5 + 29x7}{69} = 5,20$$

$$\text{Comparação entre os aspectos de DH e ITA} = \frac{15x1 + 36x5 + 18x7}{69} = 4,65$$

$$\text{Comparação entre os aspectos de DH e outros fatores} = \frac{29x1 + 24x5 + 16x7}{69} = 3,78$$

$$\text{Comparação entre os aspectos de IA e ITA} = \frac{58x1 + 7x5 + 4x7}{69} = 1,75$$

$$\text{Comparação entre os aspectos de IA e outros fatores} = \frac{49x1 + 15x5 + 5x7}{69} = 2,30$$

$$\text{Comparação entre os aspectos de ITA e outros fatores} = \frac{46x1 + 18x5 + 5x7}{69} = 2,47$$

Arredondando as médias calculadas para o inteiro mais próximo, a matriz de comparação dos aspectos do fator operacional do GRO fica conforme a seguir:

1	5	5	4
1/5	1	2	2
1/5	1/2	1	2
1/4	1/4	1/2	1

De acordo com os cálculos de autovalor e autovetor (APÊNDICE E), índices de consistência (APÊNDICE F), e com a tabela de Índice Randômico de consistência (FIGURA 13, ANEXO M), a matriz de comparação apresentada gera os valores a seguir:

$$\text{Autovalor } (\lambda \text{ max}) = 4,078456$$

$$IC = \frac{4,078456 - 4}{4 - 1} = 0,026152$$

$$IR (\text{para } n = 4) = 0,89$$

$$RC = \frac{0,026152}{0,89} = 0,029384$$

A RC aproximada de 3% já possibilita a evidenciação do vetor de prioridades dos aspectos do fator operacional comparados sem quaisquer correções de valores. Dessa forma, após efetuar a normalização da matriz descrita no APÊNDICE E, é possível compor a seguinte matriz de coluna única correspondente aos pesos dos subcritérios considerados:

0,594  
0,181  
0,133  
0,089

Portanto, após cumprida a sequência do método AHP ampliada nos APÊNDICES mencionados e arredondando os valores do vetor de prioridades, obteve-se um dimensionamento da distribuição de pesos desses subcritérios no GRO. Dessa forma, a contribuição dos aspectos do fator operacional deve ser conforme ilustrado a seguir:

TABELA 5 – Comparação de importâncias relativas dos subcritérios do fator operacional

Subcritérios	Contribuição para o GRO
Desempenho Humano	60%
Infraestrutura Aeroportuária	18%
Infraestrutura de Controle Aéreo	13%
Outros (meteorologia e risco de fauna)	9%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.