



2º Encontro de Confiabilidade na Aviação – 2020

Metodologia de Análise de Risco

Maj Av Augusto

Objetivo

Familiarizar a audiência com os preceitos e normas presentes na ICA 57-23:
METODOLOGIA DE ANÁLISE DE RISCO PARA AERONAVES EM SERVIÇO.

Roteiro

- Breve histórico
- Metodologia de Análise de Risco
- Procedimentos para aplicação da metodologia
- Conclusão

Breve histórico

- Em 2016, a Assessoria Técnica do IFI formalizou a necessidade de criação de uma metodologia de análise de risco a ser empregada na frota da Força Aérea Brasileira.

Proj. 2016

PROTOCOLO CPA Nº 0215 / 2016	
MINISTÉRIO DA DEFESA - COMANDO DA AERONÁUTICA INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL	MENSAGEM INTERNA

Nº 113/CPA-DS
Protocolo COMAER nº 67770.000565/2016-12

S. J. Campos, 22 de fevereiro de 2016.

Do CDR-AT
Ao CPA

Assunto: Abertura de Processo de Assessoria Técnica.

Considerando as dificuldades encontradas para elaboração de uma análise de risco relacionada às dificuldades em serviço tratadas no processo de DS 1216, Sistema de Ejeção do Canopy do A-1/A-1M, solicito a V. Sa. a abertura de um processo de Assessoria Técnica para criação de uma metodologia de análise de risco que possa ser empregada quando necessário na frota de aeronaves militares da FAB.

Marcelo F. O.
MARCELO FERNANDES DE OLIVEIRA Ten Cel Eng
Assessoria Técnica - CDR



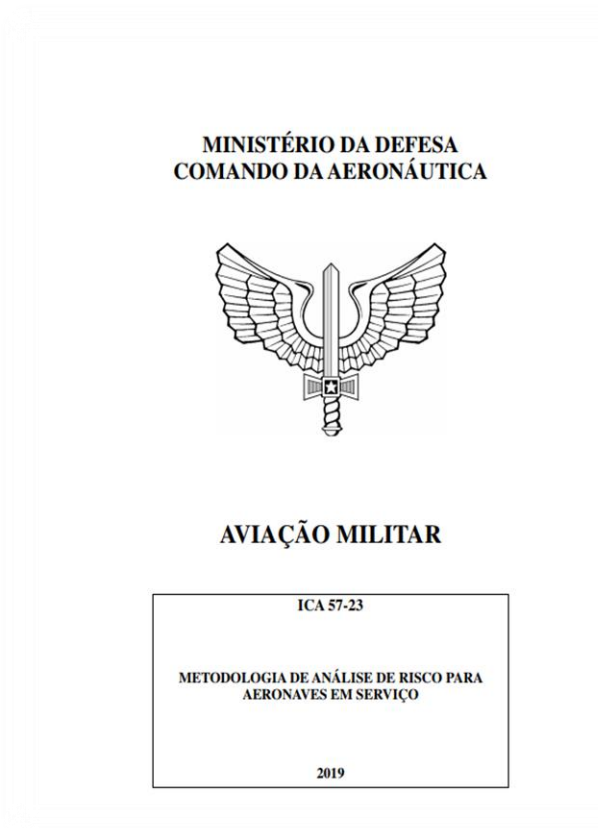
1244 – Construção da Metodologia de Análise de Risco

Breve histórico

- No período de 2016 a 2017 foram realizadas diversas reuniões entre IFI e Embraer: uma série de estudos, discussões técnicas e simulações.
 - Foram analisadas três metodologias já aplicadas na aviação civil mundial: o sistema **TARAM (FAA)**, o **RI da EMBRAER** e o **GM AMC 21.A.3B *Defect Correction* da EASA**.
 - Entre as três metodologias estudadas, a que mais se aplicava à frota da FAB era a da EASA.

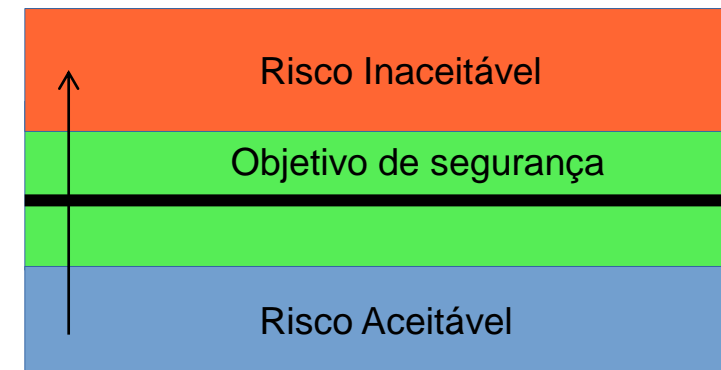
Breve histórico

- O resultado final deste trabalho culminou com a edição de uma **Metodologia de Análise de Risco**.
- O objetivo é auxiliar o julgamento de engenharia.
- A metodologia visa à determinação do **tempo** em que um produto aeronáutico pode operar até um limite de risco tolerável.
- O tempo se refere à solução da não conformidade.



METODOLOGIA DE ANÁLISE DE RISCO

- › Risco é uma combinação da probabilidade de ocorrência de um evento indesejado (que resulta de uma condição de falha) com a severidade das consequências desse evento.
- › A **exposição ao risco** pode ser quantificada pelo produto entre o **nível de risco** e o **tempo** em que se estará exposto a tal risco.
- › O controle da exposição ao risco é feito prioritariamente com medidas que diminuam o risco da operação: **modificações na aeronave**, nos procedimentos de manutenção, nos perfis de operação, na frequência e detalhamento de inspeções.
- › A metodologia se baseia em respeitar um objetivo de risco de aeronavegabilidade.
- › Este parâmetro reflete o nível de risco de aeronavegabilidade que o COMAER está disposto a conviver.

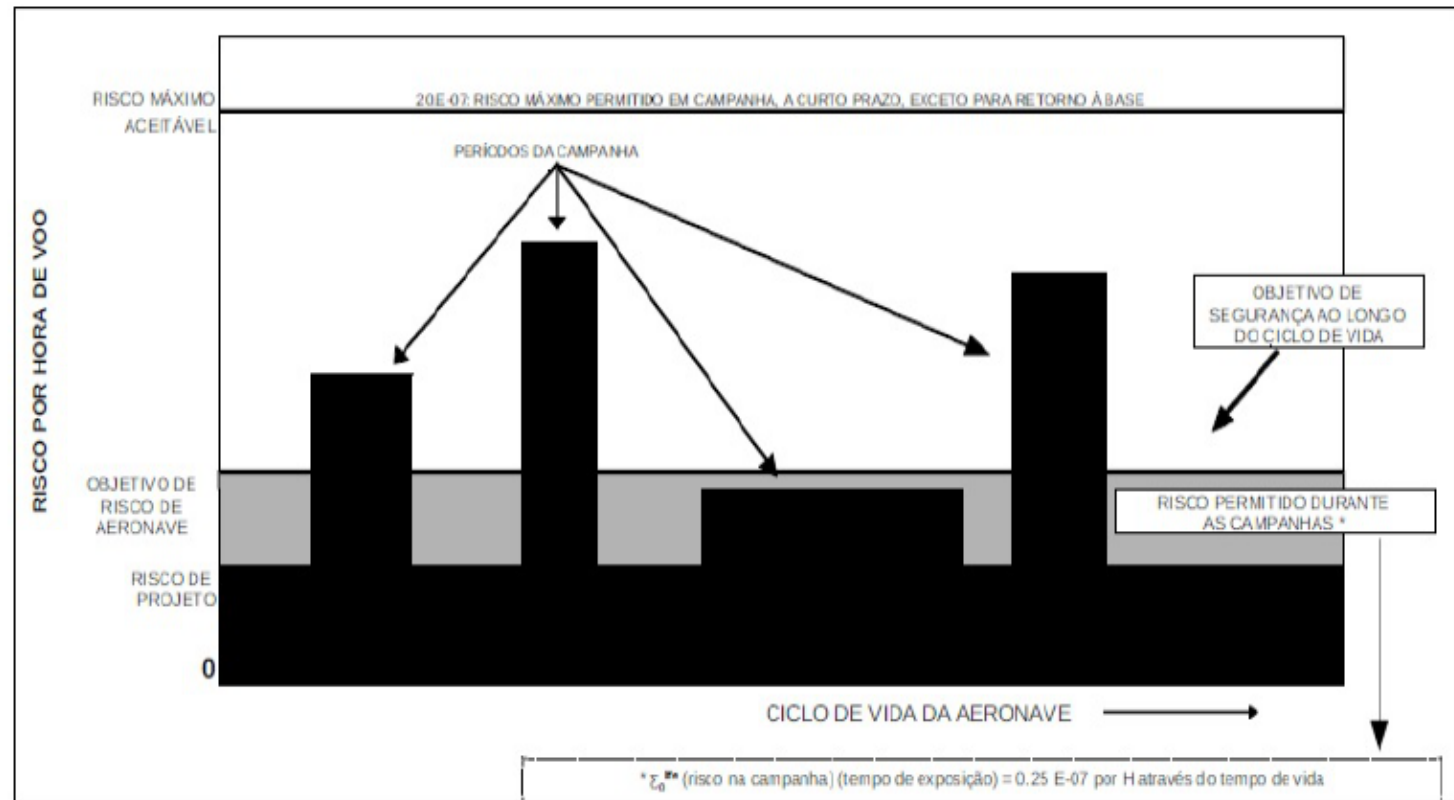


➤ Em geral, na operação **normal** das aeronaves, as mesmas se encontram em um nível de risco **abaixo** do objetivo de risco de aeronavegabilidade.

➤ Entretanto, durante uma campanha de correção, a aeronave voará com alguma condição que degrada a sua segurança e, por consequência, eleva o nível de risco de sua operação.

➤ A metodologia de controle de exposição ao risco limita o **tempo** em que as aeronaves serão operadas com sua segurança degradada.

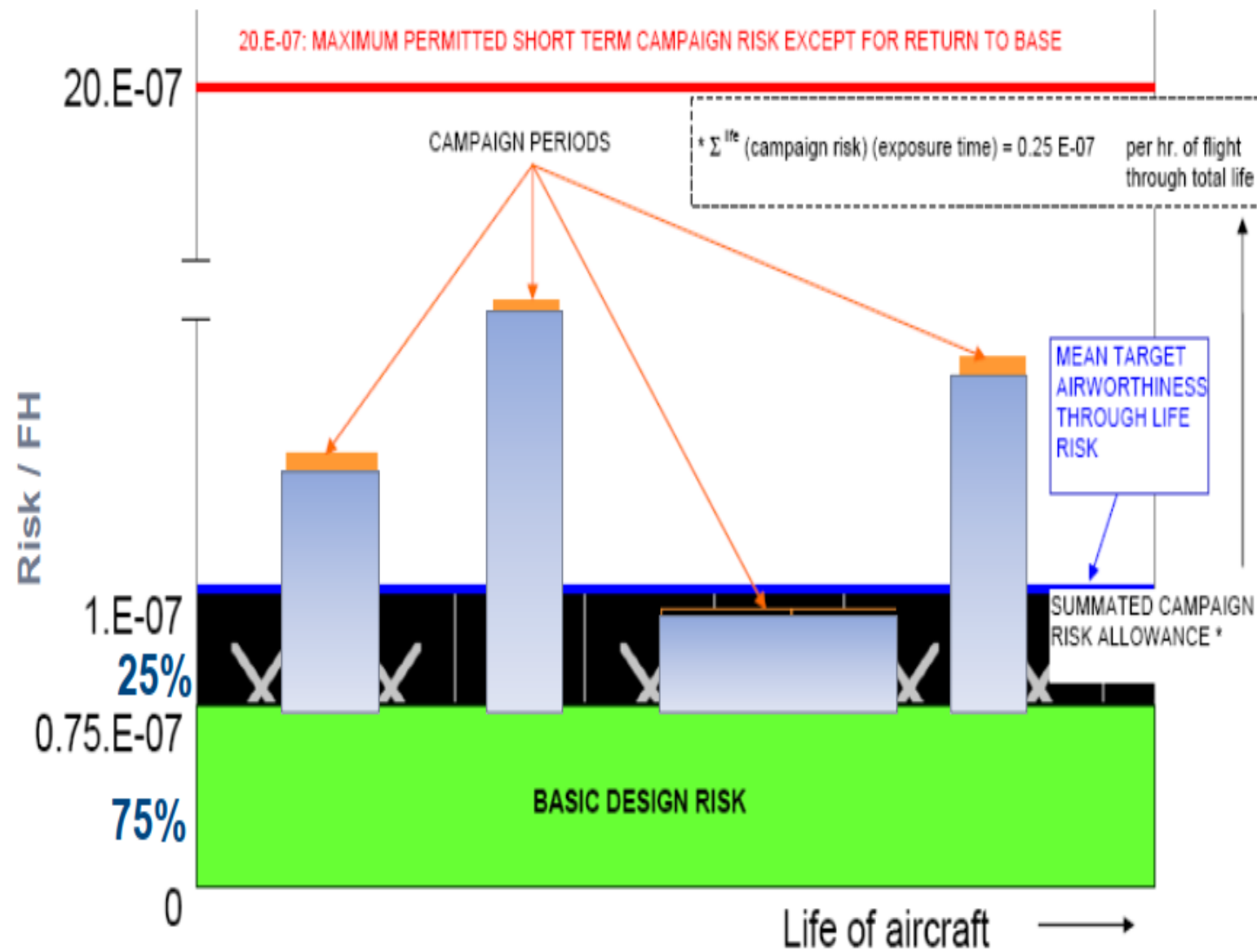
➤ Ao final de sua vida útil, o risco médio ao qual a aeronave tenha sido exposta deve respeitar o objetivo de risco de aeronavegabilidade

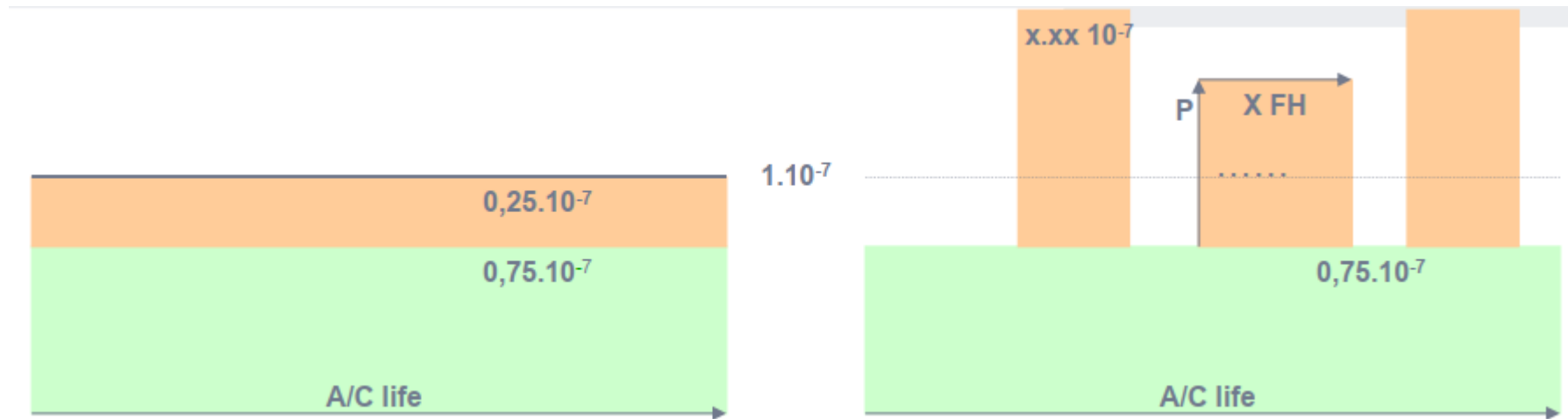


Exposição ao risco ao longo da vida da aeronave.

- Operação normal de uma aeronave de transporte: o risco básico de projeto corresponde a $\frac{3}{4}$ do objetivo de risco de aeronavegabilidade, restando-se $\frac{1}{4}$ desse risco como residual para ser alocado para as campanhas de correção.
- Estima-se que, ao longo da vida útil da aeronave, haverá da ordem de 10 campanhas de correção.
- Logo, cada campanha de correção deve acrescentar não mais que 2,5% da exposição ao risco global.







PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

SEVERIDADE E PROBABILIDADE DA CONDIÇÃO DE FALHA.

➤ Análises realizadas caso a caso e não são objetos dessa metodologia.

Para se determinar a severidade, recomenda-se:

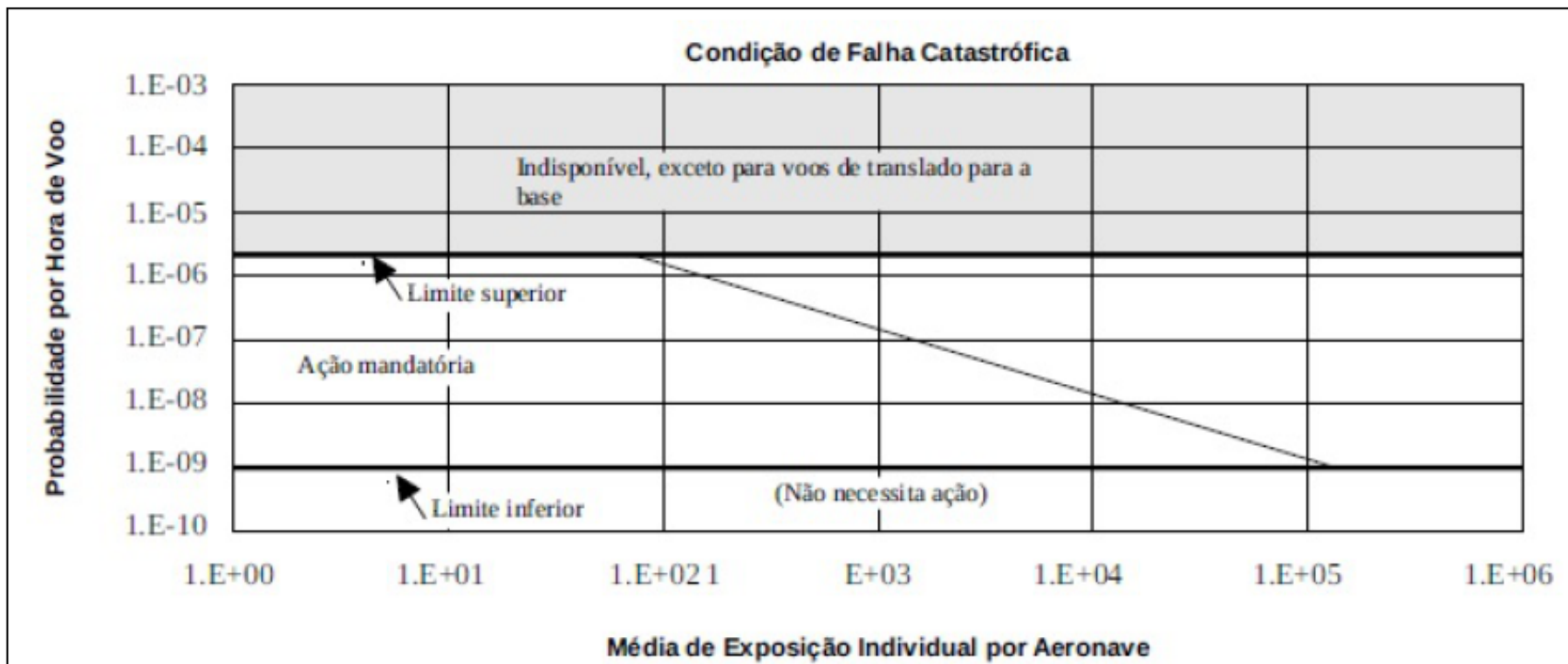
<p style="margin: 0;">AC 25.1309</p>	 U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration	<h2 style="margin: 0;">Advisory Circular</h2>	<p style="font-size: 1.2em;">.Ou outro documento que tenha sido referência durante a certificação ou qualificação da aeronave em questão.</p>		
<p style="margin: 0;">(ARP) 4761</p>	 AEROSPACE RECOMMENDED PRACTICE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">SAE ARP4761</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Issued 1996-12</td> </tr> </table>		SAE ARP4761	Issued 1996-12
SAE ARP4761					
Issued 1996-12					
<p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">GUIDELINES AND METHODS FOR CONDUCTING THE SAFETY ASSESSMENT PROCESS ON CIVIL AIRBORNE SYSTEMS AND EQUIPMENT</p>					
<p style="margin: 0;">(ARP) 5150</p>	 AEROSPACE RECOMMENDED PRACTICE	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">SAE ARP5150</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Issued 2003-11 Reaffirmed 2013-05</td> </tr> </table>	SAE ARP5150	Issued 2003-11 Reaffirmed 2013-05	
SAE ARP5150					
Issued 2003-11 Reaffirmed 2013-05					
<p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">Safety Assessment of Transport Airplanes in Commercial Service</p>					

LIMITE INFERIOR PARA O CONTROLE DE RISCO

➤ Trata-se de um nível de risco que é baixo o bastante para não afetar de maneira significativa o risco total em que a aeronave estará sujeita durante toda sua operação.

LIMITE SUPERIOR PARA CONTROLE DO RISCO

➤ Deve ser imposto também um limite superior para o risco, acima do qual não se pode tolerar que a aeronave opere.



OBJETIVO DE RISCO DE AERONAVEGABILIDADE

- Parâmetro, expresso em termos de uma taxa de acidentes, causados por falhas relativas à aeronavegabilidade, por hora ou ciclo de voo.
- Uma referência histórica para esse parâmetro pode ser determinada pela combinação da taxa de acidentes do produto específico, com uma estimativa do percentual dos acidentes que são de origem sistêmica.
- Para o percentual de acidentes que é devido a razões de aeronavegabilidade, a EASA recomenda para a aviação civil comercial, que seja considerado algo em torno de 10% dos acidentes totais.

Parâmetro/Programa	Guia EASA	KC-390 (Militar)	Super Tucano A-29	Tucano T-27	AMX/ A-1M	F-5M
Vida do avião	60000 FH (ex.)	45000 FH ou 15000 FC	FAB/FARD: 12000 FH FAC/EPA: 8000 FH FOM: 12000 FH LAS: 11500 FH	6000 FH	4000 FH	4200 FH
Taxa total de acidentes	1.00E-06	1.00E-05	1.00E-05	1.00E-04	1.00E-04	1.00E-04
Taxa acidentes sistêmicos	1.00E-07	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-05	1.00E-05	1.00E-05
Limite Inferior Catastrófico	1.00E-09	1.00E-08	1.00E-07	1.00E-06	1.00E-06	1.00E-06
Limite Inferior "Hazardous"	1.00E-07	1.00E-06	1.00E-05	1.00E-05	1.00E-05	1.00E-05
Porcentagem Unforeseen Situations	25%	25%	Linearmente de 25% (para 1E-7) a 10% (para 1E-6)	Linearmente de 25% (para 1E-6) a 10% (para 1E-5)		
Número de Unforeseen Campaign	10	10				
Limite Superior Catastrófico	2.00E-06	2.00E-05	2.00E-05	2.00E-04	2.00E-04	2.00E-04
Limite Superior "Hazardous"	2.00E-04	2.00E-03	2.00E-03	2.00E-03	2.00E-03	2.00E-03
Prob evento CAT durante retificação	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Prob evento HAZ durante retificação	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

A metodologia disponibiliza valores de referência para a taxa de acidentes de algumas aeronaves da frota da Força Aérea Brasileira.

PERCENTUAL DA EXPOSIÇÃO AO RISCO ALOCADO PARA A CAMPANHA DE CORREÇÃO.

➤ Combinou-se o valor de referência indicado no guia da EASA com algumas simulações numéricas aplicadas à frota de aeronaves militares.

Para aeronaves civis de transporte →

Objetivo de segurança é de **10^{-9}**

Objetivo de risco de Aeronaveg. é de **10^{-7}**

EASA recomenda utilizar um percentual de **2,5%** de alocação de risco por campanha, ou seja, **25% dividido em 10 campanhas**



Em aeronaves militares semelhantes às aeronaves civis de transporte, adotou-se o mesmo percentual de alocação de risco por campanha.

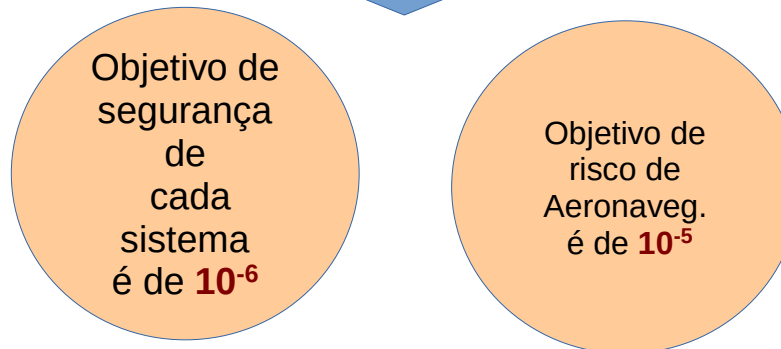


Para aeronaves menores →



Os estudos revelaram que manter um percentual de alocação de risco de apenas 2,5% resultaria num tempo de campanha muito curto.

•A diferença entre objetivo de segurança e objetivo de risco de aeronavegabilidade é de apenas uma ordem de grandeza



Deve ser feita uma interpolação linear para calcular o percentual de alocação de risco.

- Foi mantida uma estimativa de 10 campanhas para aeronaves semelhantes às aeronaves civis de transporte e;
- 1 campanha para aeronaves cujos objetivo de segurança e objetivo de risco possuem uma ordem de grandeza de diferença, por exemplo, de 10^{-6} 10^{-5} respectivamente.
- Destaca-se que essa estimativa corresponde à ordem de grandeza.
- As aeronaves menores têm uma quantidade inferior de sistemas críticos que apresentam condições de falha que podem levar a evento catastrófico (baseado na AC 23.1309–1E).
- Com uma menor quantidade desses sistemas, espera-se uma menor quantidade de condições de falha não previstos durante o projeto.
- Justifica-se, assim, a redução da ordem de grandeza da expectativa de campanhas de correção.

CÁLCULO DO TEMPO DE REAÇÃO → O tempo de reação deve ser tal que a exposição ao risco durante a campanha de correção se iguale ao percentual de exposição ao risco alocado para ela conforme o procedimento descrito anteriormente.

Para esse cálculo definamos as seguintes variáveis:

P = Probabilidade de ocorrência da condição de falha;

TR = Tempo de Reação;

RA = Objetivo de risco de aeronavegabilidade;

Y = Percentual de alocação de exposição ao risco;

VU = Vida útil da aeronave.

$$TR \times P = VU \times Y \times RA$$

Em que TR é a variável desconhecida

DEFINIÇÃO DA DATA DE INÍCIO DA CONTAGEM DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO

T0 será a data de aprovação de um documento do IFI contendo a análise de risco sobre o problema.

Caso a fabricante emita uma análise antes do IFI e este Instituto endosse a classificação de risco, o T0 fica definido como a data da validação do parecer da fabricante.

Na possibilidade de haver duas análises de risco, uma pela fabricante e outra pelo IFI, o T0 oficial será o definido pelo IFI.



T0



LIMITAÇÃO PELO CRITÉRIO DO VALOR ESPERADO.

➤ Além da limitação individual por aeronave, deve ser considerada também uma limitação para a operação da frota de aeronaves que estarão sujeitas à falha em questão.

$$VE = P \times TR$$

➤ Para essa limitação adicional, usa-se como parâmetro o valor esperado de eventos, calculado como o produto entre a probabilidade da condição de falha e o número de horas de voo (ou ciclos de voo) a ser executado pela frota.

➤ Para condições de falha com severidade catastrófica, o valor esperado dos eventos não deve superar 0,1.

Conclusão:

- › A Metodologia de controle de exposição ao risco pode auxiliar no julgamento de engenharia.
- › Com o propósito de desenvolver uma metodologia de análise de risco que se adequasse às particularidades da frota da FAB, o IFI promoveu um estudo baseado nas normas dos principais órgãos certificadores internacionais e em publicações técnico-científicas da área de segurança na aviação.
- › A metodologia que resultou ao final do processo se baseia no controle da exposição ao risco a que um produto estará sujeito durante toda sua vida em serviço.
- › Por esse princípio, cada campanha de correção pode tomar um tempo de reação tal que a exposição ao risco global das aeronaves se mantenha em um nível tolerável.
- › Vale ressaltar que o produto final não é uma norma, mas um guia para um valor de referência de exposição ao risco.
- › O tempo de reação deve ser submetido a análises de engenharia que devem considerar aspectos particulares de cada campanha de correção.
- › Assim, o tempo de correção informado pela metodologia é um excelente parâmetro, mas pode ser aumentado ou diminuído, justificadamente, pela equipe de analistas do IFI.

Objetivo

Familiarizar a audiência com os preceitos e normas presentes na ICA 57-23:
METODOLOGIA DE ANÁLISE DE RISCO PARA AERONAVES EM SERVIÇO.

Obrigado pela atenção!



Sgt Guto / Força Aérea Brasileira



2º Encontro de Confiabilidade na Aviação – 2020

Metodologia de Análise de Risco

Maj Av Augusto



Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial

Instituto de Fomento e Coordenação Industrial



Metodologia de Análise de Risco

Maj Av Augusto

augustogard@fab.mil.br