CONFIABILIDADE:
visão de um operador aéreo

30/Out/2018

A GOL
Quem somos, Operações, Centro de Manutenção de Aeronaves

ESTRUTURA ORGANIZACIONAL
Time de Confiabilidade dentro da GOL

CONFIABILIDADE NA GOL
Processos e Ferramentas

ESTUDO DE CASO
Confiabilidade do TAT Probe

PROGRAMA DE COMPONENTES
Funcionamento do processo

PRÓXIMOS PASSOS
Ideias de Melhorias e implementações

A GOL

Ser a Primeira para Todos

Nosso Propósito

Ser a Melhor Companhia Aérea para Viajar, Trabalhar e Investir

Nossa Visão

O melhor serviço ao mais baixo custo

Nossa Visão

SEGURANÇA	BAIXO CUSTO	TIME DE ÁGUIAS	INTELIGÊNCIA	SERVIR

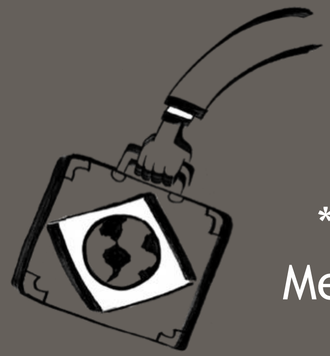
Nossos Valores

OPERAÇÕES

~14.000
Colaboradores

900
Voos diários

119
Aeronaves



33%
*Participação no Mercado Doméstico

20%
*Participação no Mercado Internacional

Fonte: ANAC – Ranking de Empresas Out/18

CENTRO DE MANUTENÇÃO DE AERONAVES

O mais avançado complexo de manutenção de aeronaves da América Latina

CONFINS MG | 60 mil m²

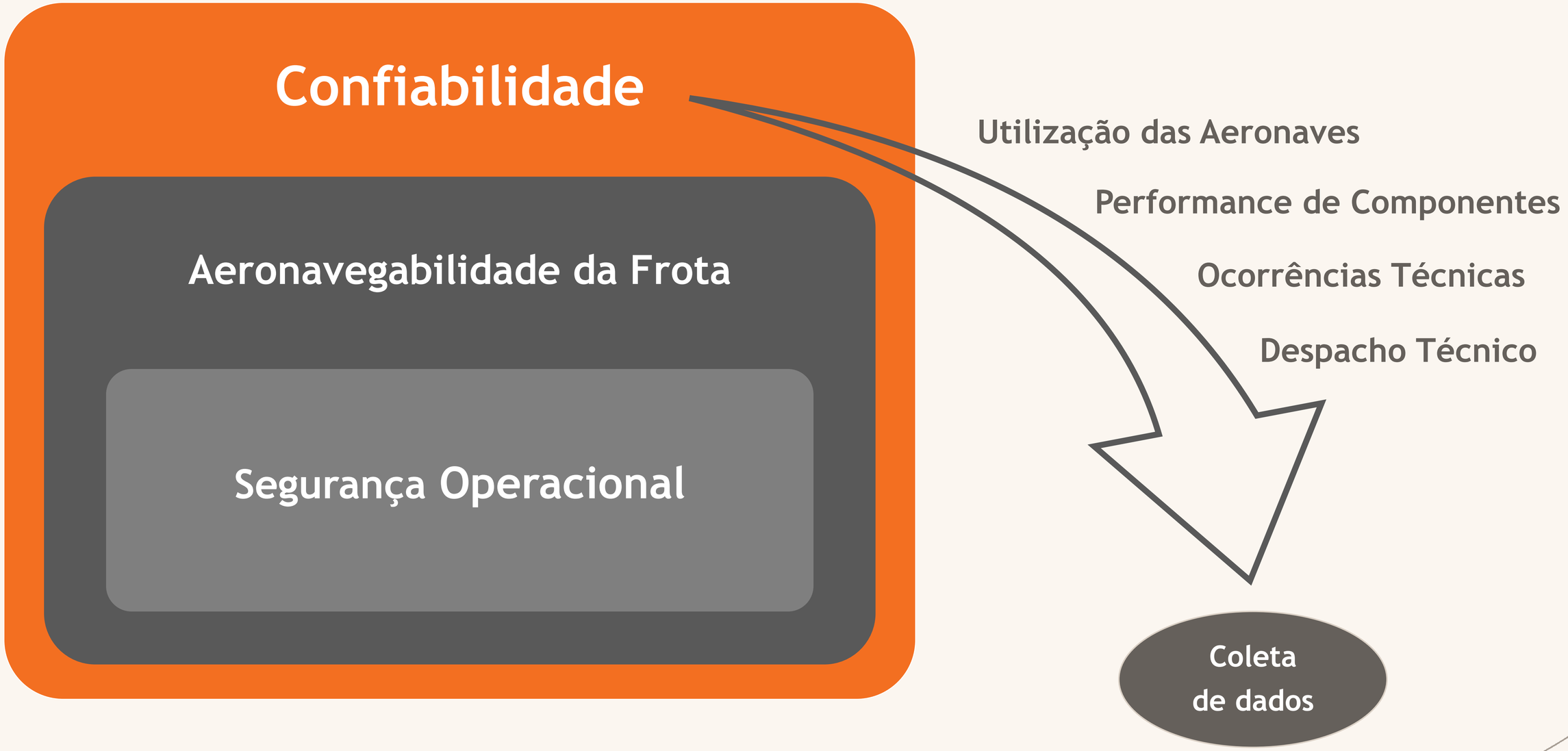
CAPACIDADE:
6 slots

CERTIFICAÇÕES:
- ANAC
- FAA
- IOSA

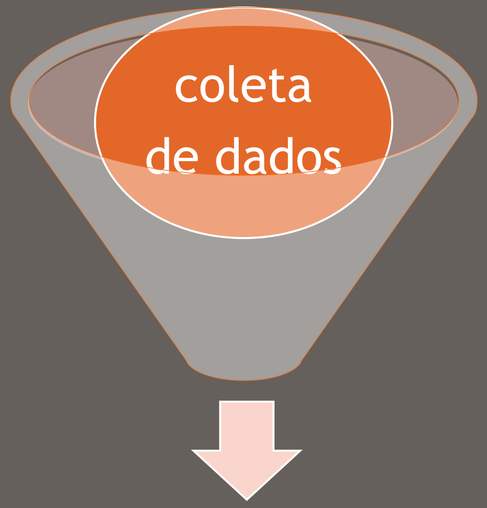
OFICINAS:
- Compostos
- Estruturas
- Interiores
- Pintura
- Rodas e Freios
- Motores

CONFIABILIDADE NA GOL

PROCESSO

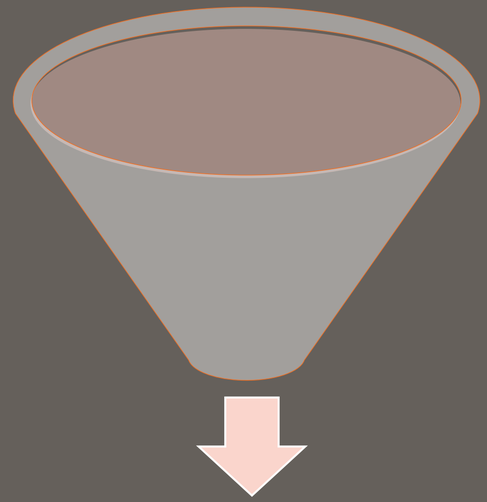

Confiabilidade
Aeronavegabilidade da Frota
Segurança Operacional
Utilização das Aeronaves
Performance de Componentes
Ocorrências Técnicas
Despacho Técnico
Coleta
de dados

EXEMPLOS DE ALGUNS PROCESSOS



- Falhas Prematuras
- Limites de Vida
- Rogue Units
- Métricas de Confiabilidade

Casos identificados



- **RDS :** Relatório de Dificuldade de Serviço
- **RSIM :** Relatório Sumário de Interrupção Mecânica
- **RCON :** Relatório de Confiabilidade
- Comitê de Confiabilidade

IDENTIFICAÇÃO DE DADOS

Data Type	Operational Data	Routine Task Findings
Aircraft logbook	X	X
In-flight shutdown (IFSD)	X	
Mechanical (technical) interruptions/delays and cancellations	X	
Unscheduled removals	X	
Component maintenance findings		X
Sampling inspections	X	X
Special inspections	X	X
Maintenance deferred with Minimum Equipment List (MEL)	X	X
Chronic systems	X	X
Unscheduled maintenance		X
Integrated Vehicle Health Monitoring a) Aircraft health monitoring b) Engine health monitoring		X
Materials usage	X	X
Extended Operations (ETOPS), Reduced Vertical Separation Minimum (RVSM), CAT II/III		X
Scheduled maintenance findings	X	X
Accidents or incidents		X
Unconfirmed components or part removal		X
Unscheduled engine removal	X	X
Air carrier aircraft/engine utilization report		X

OBS: tais dados não precisam, necessariamente, estar contidos no Programa de Confiabilidade e essa tabela não proíbe o uso de outros tipos de informação.

MÉTODOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE DESVIOS DE PERFORMANCE

- ALERT-BASED PROGRAM
- TREND-MONITORING-BASED PROGRAM
- EVENT-BASED PROGRAM
- INDEX-BASED PROGRAM

Identifica desvios em relação a um padrão definido de performance. O alerta é acionado quando há um grande aumento na taxa de falha durante operação ou durante inspeção programada, sendo possível desenvolver **Limites de Controle** a partir de métodos estatísticos como desvio padrão ou distribuição de Poisson.

Desvantagem: Ignora baixa perfomance uniforme por considerá-la inerente à confiabilidade da aeronave.

Exemplos:
a) Alertas crônicos de aeronaves.
b) Alertas de componentes.

MÉTODOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE DESVIOS DE PERFORMANCE

- ALERT-BASED PROGRAM
- TREND-MONITORING-BASED PROGRAM →
- EVENT-BASED PROGRAM
- INDEX-BASED PROGRAM

Gráficos e tabelas que rastreiam a performance atual para identificar condições **"out-of-limit".** Relacionam unidades que tem relação com falhas de sistemas. A métrica do sistema de dados é reforçada com dados de remoções dos componentes e falhas confirmadas.

Exemplos:

a) Excedências ou tendências na temperatura dos gases de escape (EGT)

b) Consumo de óleo

c) Vibração nos motores

MÉTODOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE DESVIOS DE PERFORMANCE

- ALERT-BASED PROGRAM
- TREND-MONITORING-BASED PROGRAM
- EVENT-BASED PROGRAM
- INDEX-BASED PROGRAM

Monitora e desenvolve recomendações a eventos operacionais específicos. A quantidade e variedade de inputs deve ser suficiente para proporcionar uma análise de dados conclusiva. Entram nessa categoria as informações necessárias à operação diária do programa de manutenção como base para uma análise contínua da performance mecânica.

Exemplos:

a) In Flight Shut Down (IFSD)
b) Air turnback

MÉTODOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE DESVIOS DE PERFORMANCE

- ALERT-BASED PROGRAM
- TREND-MONITORING-BASED PROGRAM
- EVENT-BASED PROGRAM
- INDEX-BASED PROGRAM

Múltiplos dados combinados de modo a produzir um índice de classificação da performance. É necessário conhecimento dos parâmetros que podem ser usados para indicar influência na confiabilidade operacional.

Desvantagens: Mudanças significativas na performance não são destacadas até atingirem a marca do item anterior sendo tratado no ranking.

Exemplos:

a) Ranqueamento de performance
b) Ranqueamento de ATAs

MÉTODOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE DESVIOS DE PERFORMANCE

- ALERT-BASED PROGRAM
- TREND-MONITORING-BASED PROGRAM
- EVENT-BASED PROGRAM
- INDEX-BASED PROGRAM

Múltiplos dados combinados de modo a produzir um índice de classificação da performance. É necessário conhecimento dos parâmetros que podem ser usados para indicar influência na confiabilidade operacional.

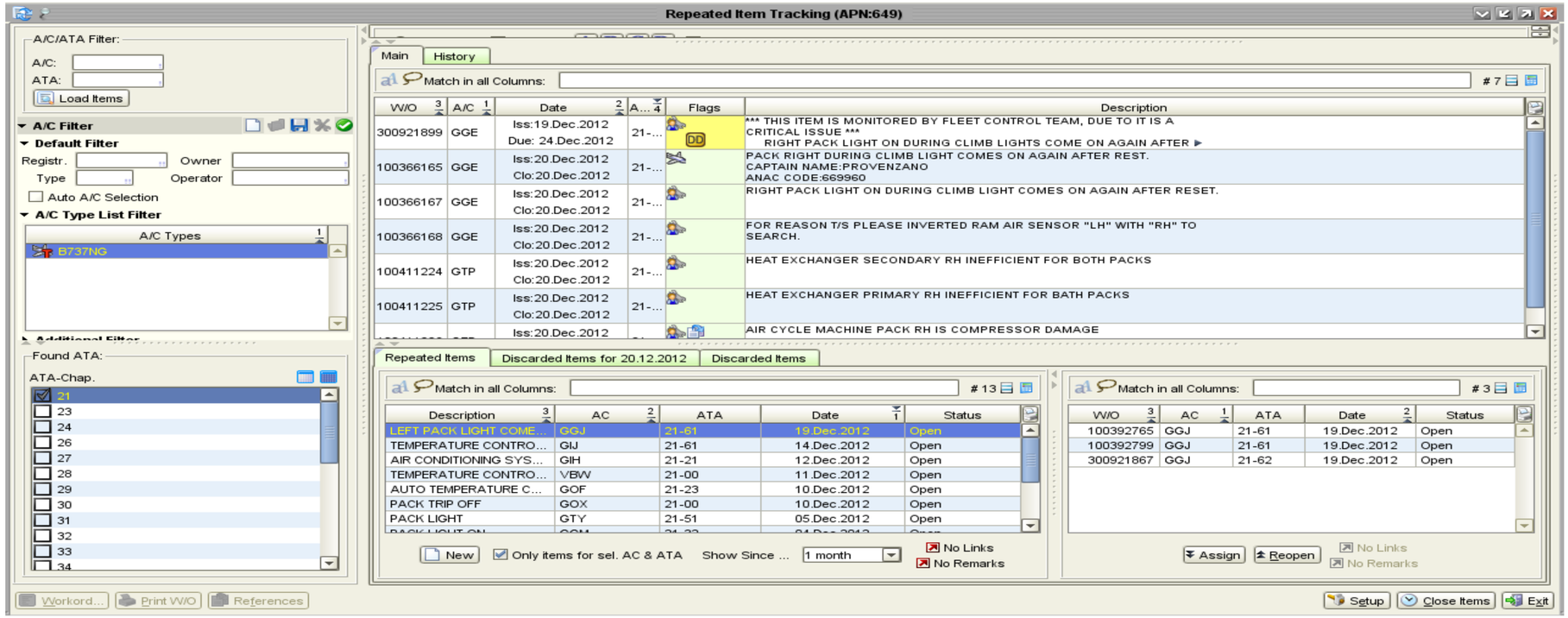
Desvantagens: Mudanças significativas na performance não são destacadas até atingirem a marca do item anterior sendo tratado no ranking.

Exemplos:

a) Ranqueamento de performance
b) Ranqueamento de ATAs

PROCESSO DE CONTROLE DE ITENS REINCIDENTES

- Procedimento de pesquisa e controle através do programa Itens Repetitivos.
- Gestão informatizada dos itens, maior confiabilidade dos dados.
- Histórico eletrônico para análise de tendências (por ATA, por ACFT, etc.)
- Análise de Reporte Diários (ATAs críticas e frota ETOPS).



FERRAMENTAS

Estatística

Minitab

Fleet Reliability & Statistics

BOEING MyBoeingFleet

Manutenção, Suplly e Engenharia

SWISS AviationSoftware

AMOS versão 11.2

Excel 2010

Microsoft

Confiabilidade

ReliaSoft

Weibull++ 11

Business Intelligence

Qlik

ESTUDO DE CASO

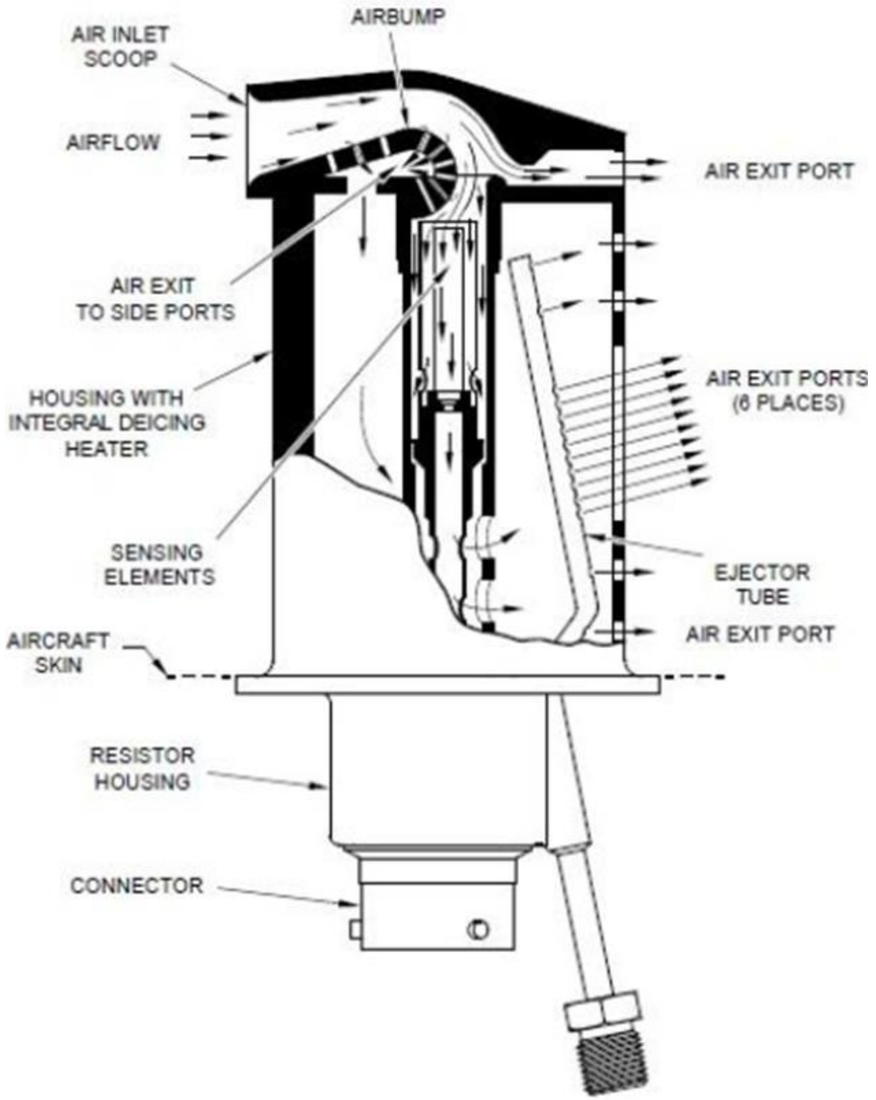
TAT PROBE

- Comparação da confiabilidade de três Part Numbers utilizados pela companhia, exibição dos principais modos de falhas e recomendações para mitigá-las.

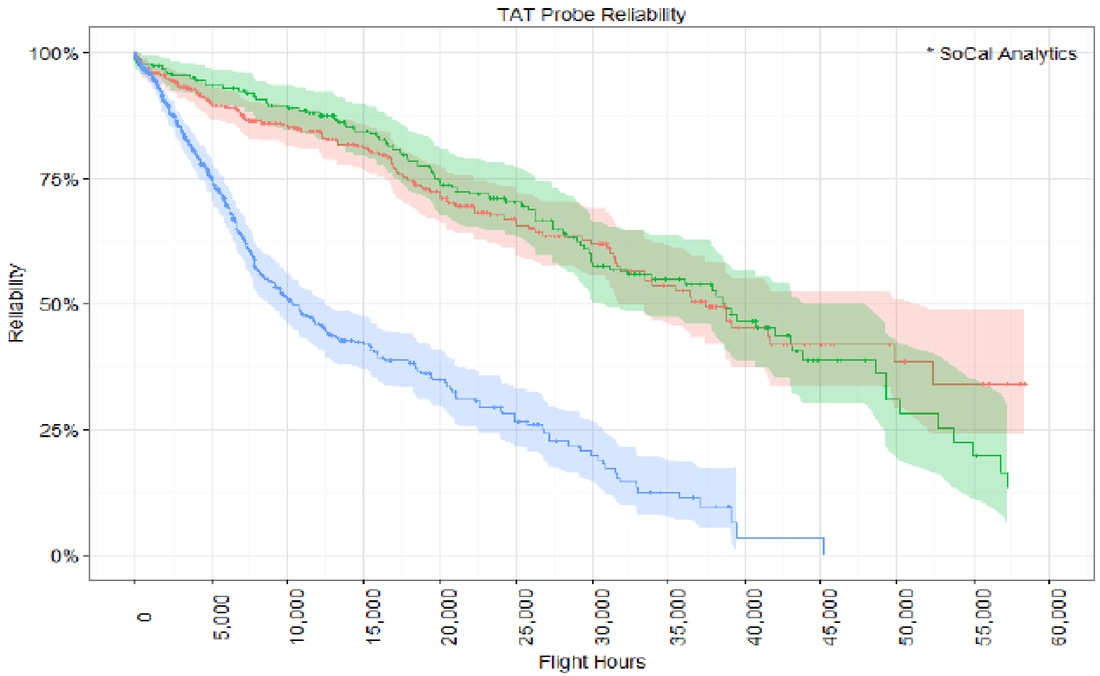
TAT PROBE

Principais problemas encontrados:

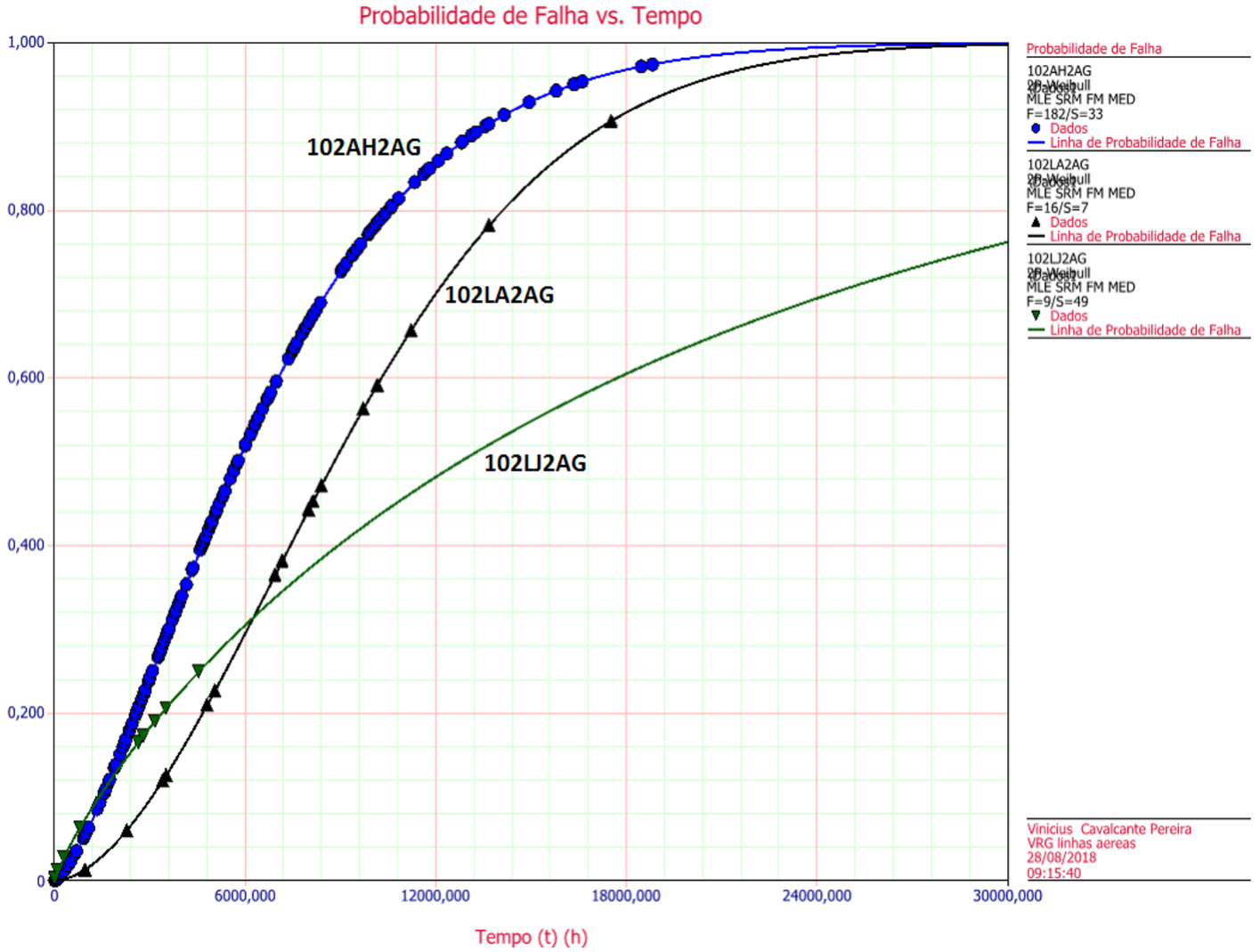
- Sensor Element Failure: ~53%
- Heater Failures: ~25%
- Cosmetic Failures: ~20%
- NFF: 2%



TAT PROBE ANÁLISE WEIBULL



	PN: A	PN: B	PN: C
ANÁLISE GOL	6.800	9.600	21.300
ANÁLISE FABRICANTE	8.700	10.200	38.700



Nota: Conforme observado, recomenda-se de acordo com a análise Weibull, adotar o PN: C para as futuras instalações na frota GOL.

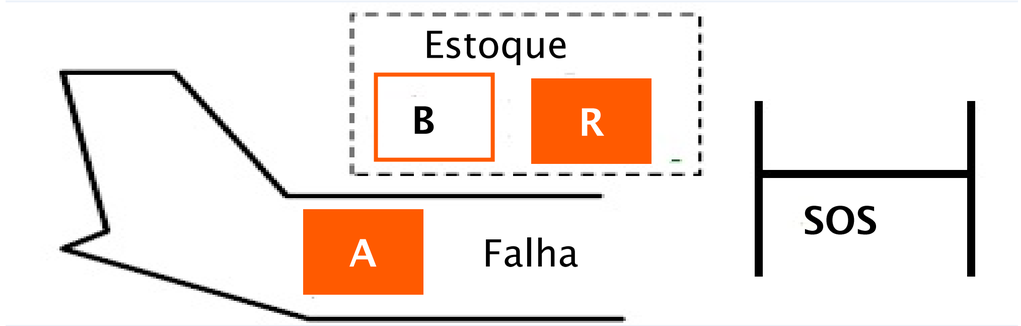
ALGUNS EXEMPLOS DE APLICABILIDADES PARA ANÁLISE WEIBULL

1. ANÁLISE DE VERSÕES DE PART *NUMBER (*-01, -02 , -03 etc);
2. COMPARATIVO ENTRE COMPONENTES (NOVOS, REPARADOS e OVERHAUL);
3. MEDIR DESEMPENHO DE COMPONENTES DE FABRICANTES DISTINTOS;
4. ANÁLISE DE FINDINGS DE TAREFA PROGRAMADA DE MANUTENÇÃO;
5. ANÁLISE PARA INTERVALO IDEAL DE UMA TAREFA CUSTOMIZADA;
6. ESTIMATIVA DE FALHAS COMPONENTES – ESTOQUE IDEAL (MÉDIO PRAZO)

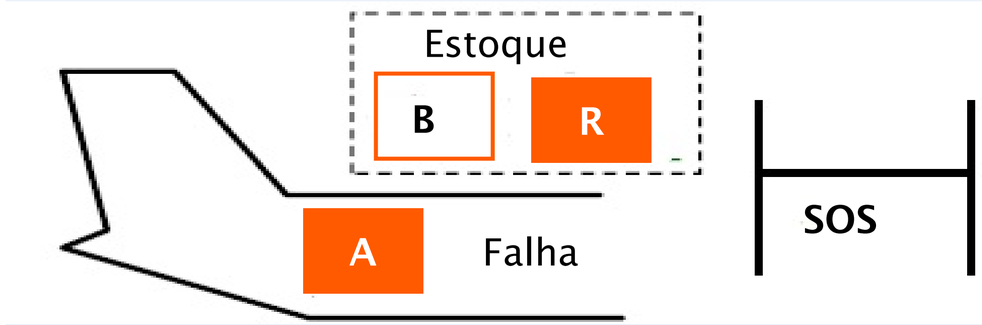
PROGRAMA DE CONFIABILIDADE DE COMPONENTES

PROGRAMA DE CONFIABILIDADE DE COMPONENTES GOL

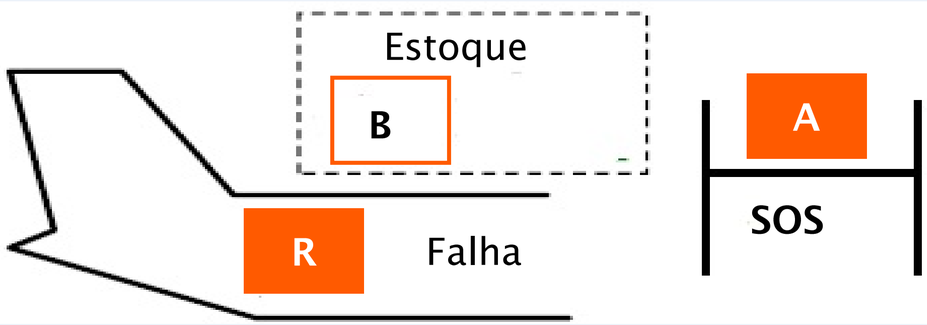
CLASSIFICAÇÃO DE COMPONENTES	
Falha Instantânea	Componentes que foram removidos da aeronave de forma não programada[1] imediatamente após a instalação (zero hora voada)[2];
Remoção Prematura	Componentes que foram removidos da aeronave de forma não programada com o valor de TSR entre 01 e 150 horas voadas ou CSR entre 01 e 100 ciclos;
Rogue Unit	Componentes com remoções não programadas[3] ocorridas por 03 vezes ou mais com no mínimo 03 falhas confirmadas com o mesmo ou modo de falha similar em um período de 12 meses ou 1.000 *flight hours* consecutivas de operação do componente durante garantia;



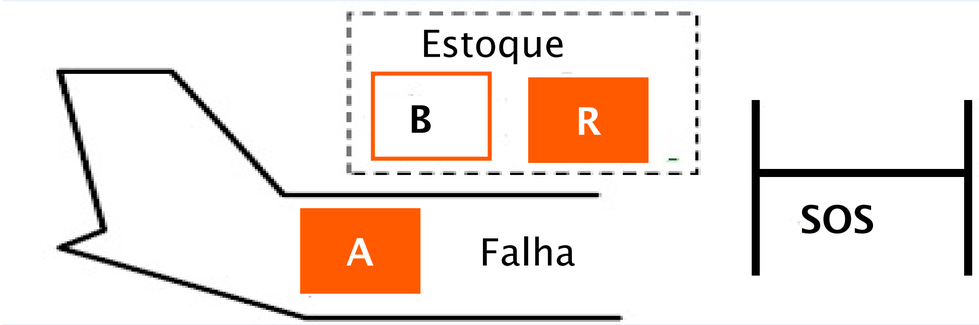
Part “A” instalado apresenta falha.



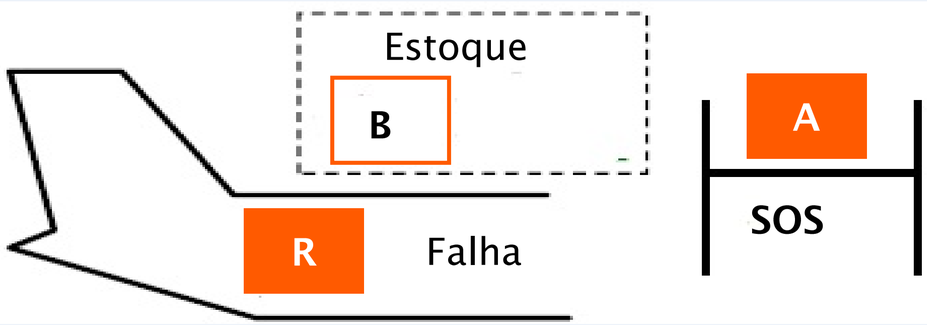
Part “A” instalado apresenta falha



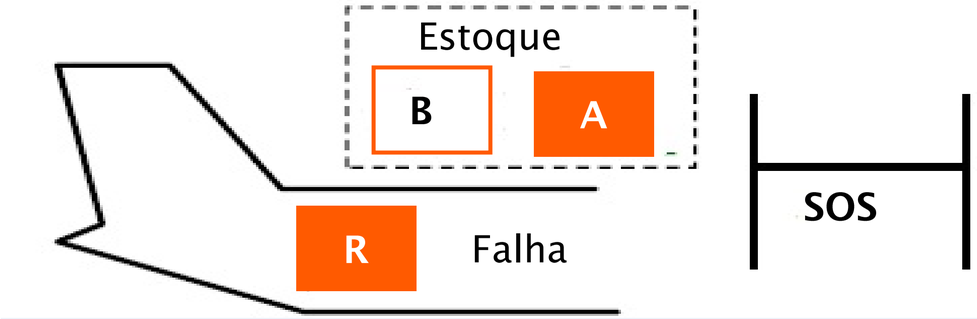
Rogue “R” é instalado na aeronave que permanece apresentando a mesma falha
Part “A” é encaminhada ao SOS.



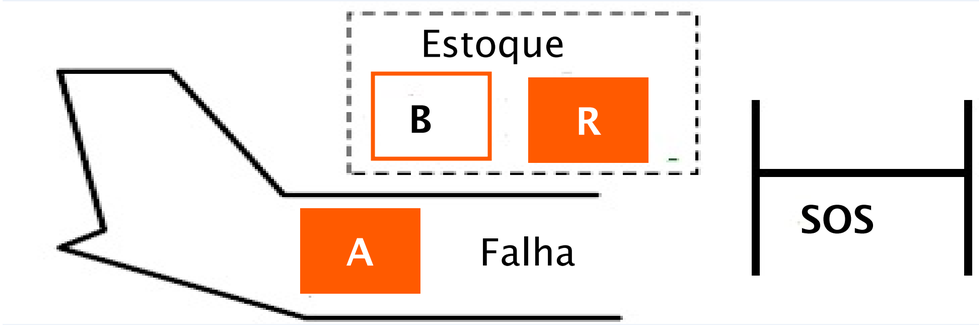
Part “A” instalado apresenta falha.



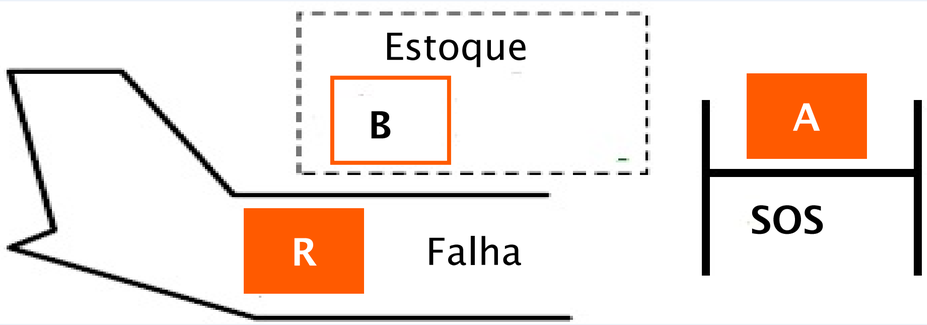
Rogue “R” é instalado na aeronave que permanece apresentando a mesma falha Part “A” é encaminhada ao SOS.



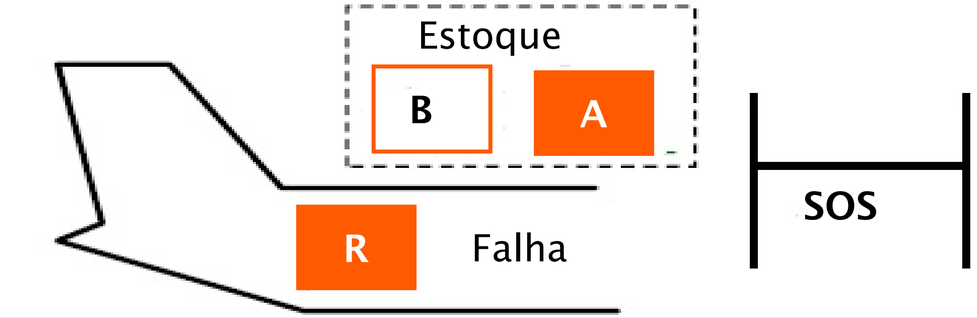
Com a continuação da falha, Part “A” volta ao estoque como NFF.



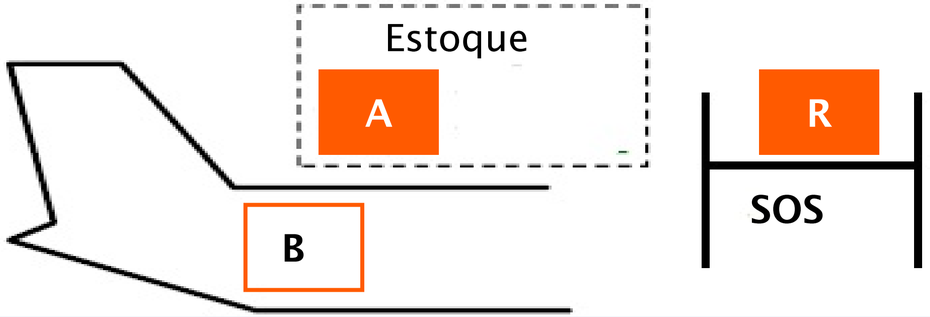
Part “A” instalado apresenta falha.



Rogue “R” é instalado na aeronave que permanece apresentando a mesma falha Part “A” é encaminhada ao SOS.

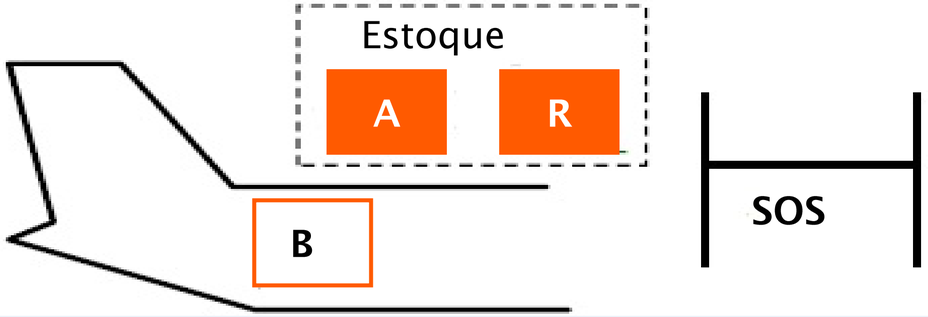


Com a continuação da falha, Part “A” volta ao estoque como NFF.



Rogue “R” é encaminhado ao SOS, Part “B” é instalado e a falha desaparece.

Rogue “R” volta ao estoque com defeito não encontrado (NFF). Agora o estoque está com dois itens defeituosos.



INTERPRETAÇÃO DO MTBUR

MTBUR Quando Mal Interpretado

➢ **Assume-se:**

MTBUR indica o tempo médio que um componente fica instalado na aeronave.

Logo é interpretado o uso deste índice como intervalo de manutenção.

- Se o MTBUR é 30.000 horas, o programa é cumprido com 28.000 horas.

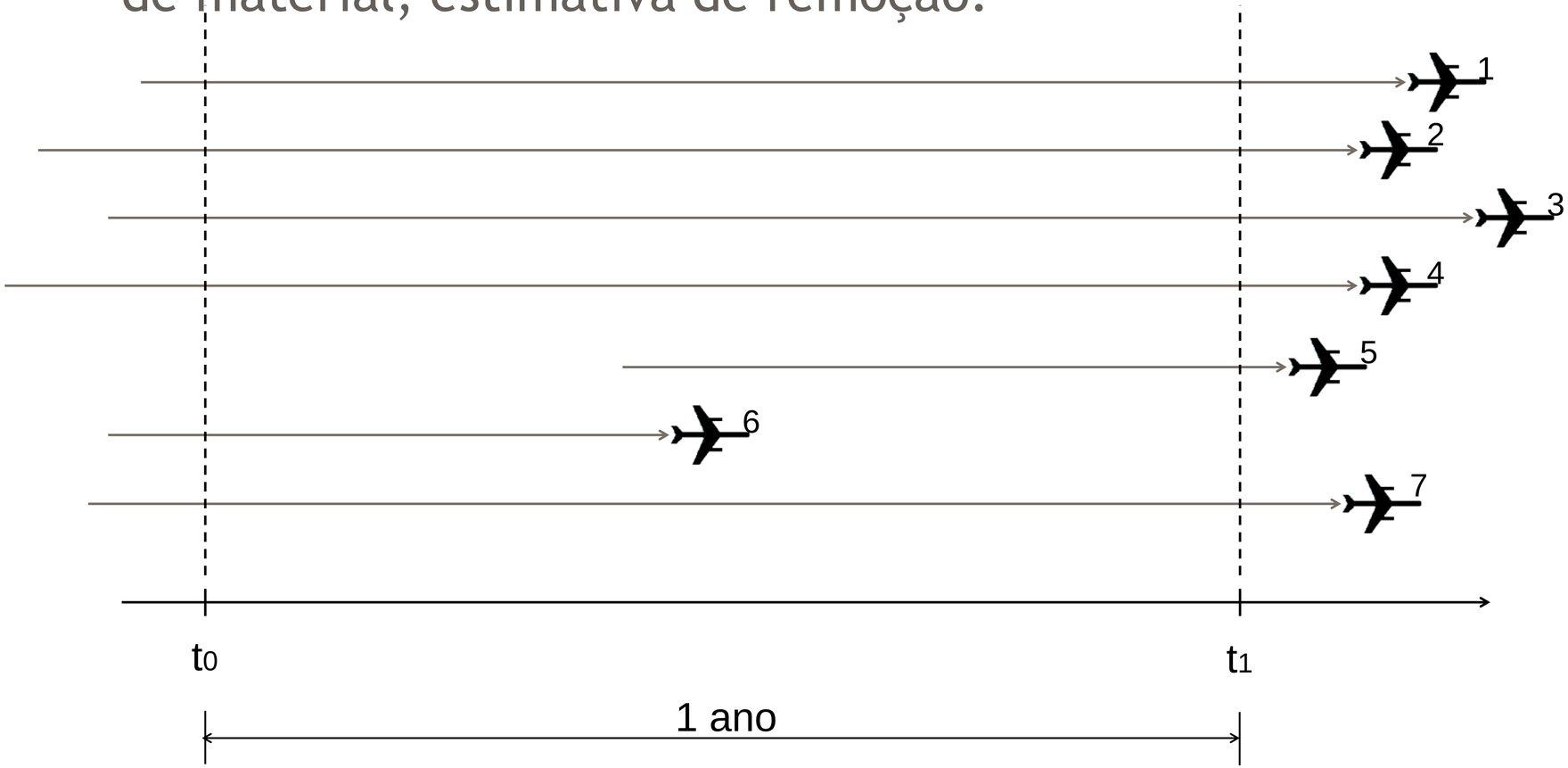
ERRADO

➢ **Fato:**

MTBUR não tem absolutamente nenhuma ligação com o tempo que o componente fica instalado na aeronave.

MTBUR x MTTUR & MTBF x MTTF

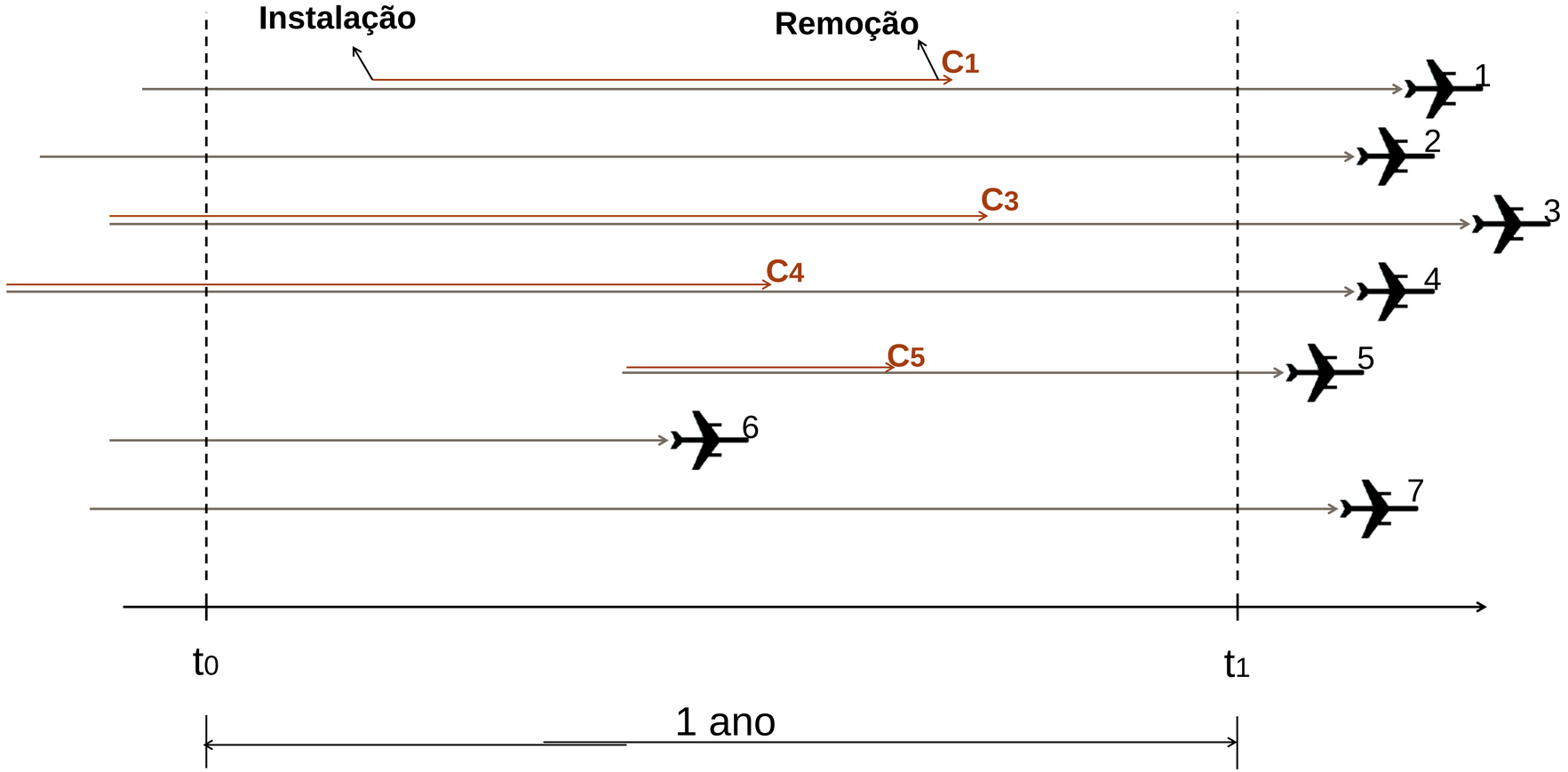
- **MTB...** – Tempo Médio Entre... – Calcula o tempo médio de horas voadas da frota até que haja uma remoção ou falha. Mais utilizado para provisionamento de material, estimativa de remoção.



Soma das horas voadas de cada aeronave no período ($t_1 - t_0$) = $A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 + \ldots$

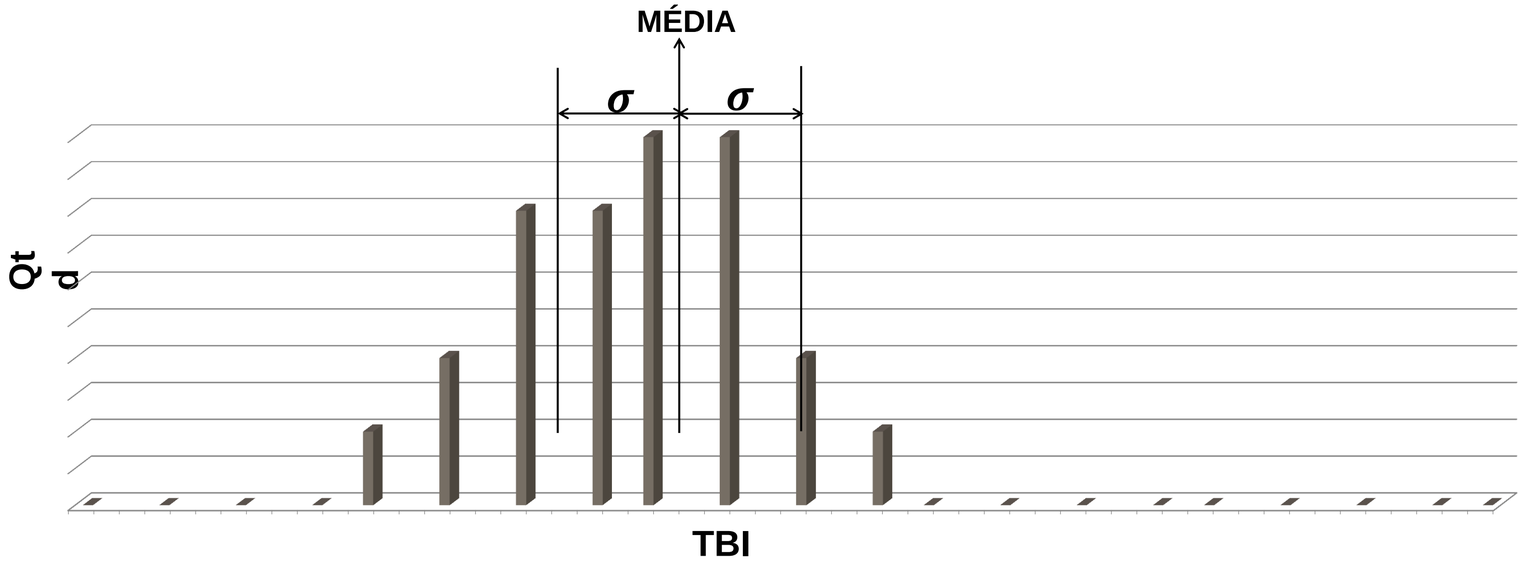
MTBUR x MTTUR & MTBF x MTTF

- MTT... - Tempo Médio Até... - Calcula o tempo médio de vida do componente em que ocorre a remoção ou falha. Utilizado para calcular a vida do componente, estudar seu método de falha, em qual faixa de vida ela mais ocorre.

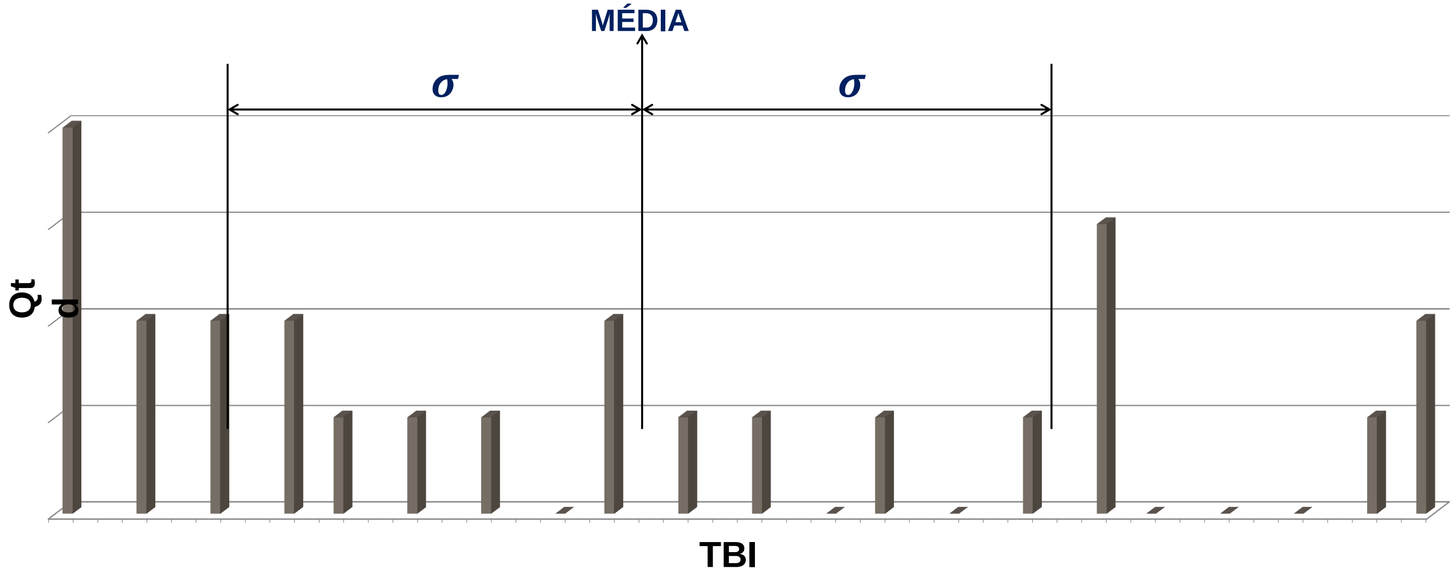


Soma das horas desde instalado de cada componente removido no período (TBI)
=
$C_1 + C_3 + C_4 + C_5 + ...$

Coeficiente de Variação



$$\frac{\sigma}{MÉDIA} = \frac{1810}{8024} = 22,56\%$$



$$\frac{\sigma}{MÉDIA} = \frac{6734}{8026} = 83,91\%$$

Exemplo de MTBUR

- Um operador coloca **20 aeronaves** em serviço dia 1 de janeiro.

- Para um componente em particular, há **2 instalados por aeronave**, o que nos dá um total de **40 componentes** em serviço.

- Em 31 de dezembro cada aeronave operou um total de **3.000 *Flight Hours***.

- O total de horas operadas dos componentes = **120.000 horas** (40 componentes x 3.000 *Flight Hours)*.

- Se 4 componentes foram trocados, o MTBUR será de **30.000 horas** (120.000 horas / 4 remoções).

O que isto significa?

- O que significa um MTBUR de **30.000** horas?
  - Cada componente gastou somente **3.000** horas em serviço.

- Significa que o MTBUR é a taxa de remoção do componente
  - Para cada **30.000** horas acumuladas de operação da frota, um componente é trocado.

- Significa que MTBUR não tem qualquer ligação com o quanto tempo cada componente permanece em serviço.

MTBUR Não Considera Tempo de Serviço (TBI)

$$\frac{\text{(100.000 horas)} \quad \text{x} \quad \text{(2 unidades por aeronave)}}{\text{Número de horas voadas (}\textit{Flight Hours}\text{) } \mathbf{X} \text{ unidades instaladas por aeronave (QPA)}}$$

Número de remoções não programadas durante o período

(10 remoções não programadas)

Estas 10 remoções podem ser:

- ✓ **10** diferentes seriais removidos **uma vez** com um período **muito grande** de instalação.

- ✓ **2** diferentes seriais removidos **cinco vezes** com um período **extremamente curto** em serviço.

MTBUR é Afetado pelo Tamanho da Frota

Um componente por aeronave
Utilização de aeronave = 3000 horas por ano

Expectativa de vida = 3 anos
Não há falhas prematuras

Operador “A”

	Ano 1	Ano 2	Ano3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Nº ACFT	20	40	60	60	60	60	60	60
Remoções	-	-	-	20	20	20	20	20
MTBUR	N/A	N/A	N/A	9.000	9.000	9.000	9.000	9.000

Operador “B”

	Ano 1	Ano 2	Ano3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Nº ACFT	6	34	82	130	178	226	274	322
Remoções	-	-	-	6	28	48	54	76
MTBUR	N/A	N/A	N/A	65.000	19.071	14.125	15.222	12.711

MTBUR Prejudica o Operador e o Fornecedor

Vida esperada (*on-wing*) de um componente em particular = 10.000 horas
Total de horas operadas a cada ano = 60.000 (para cálculo do MTBUR)
TBI = Time Between InstallatIon (*Flight Hours*)

Componentes Removidos	Ano 1 Boa Performance	Ano 2 Prejudicou Operador	Ano 3 Prejudicou Fornecedor
TBI	11.000	500	14.000
TBI	14.250	250	18.000
TBI	10.000	1.000	16.450
TBI	9.000	1.250	12.900
TBI	250		550
TBI	16.000		13.500
TBI			19.125
TBI			16.400
MTBUR	**10.000**	**15.000**	**7.500**
MTTUR	**10.083**	**750**	**13.866**

Outros problemas do MTBUR

- Se um operador tem somente uma ou duas aeronaves, o cálculo do MTBUR tem altas variações
  - Contudo, o combinado de horas e remoções de múltiplas frotas de operadores são usados frequentemente como um indicador de performance do componente.

  - O resultado pode não ser a verdadeira indicação do que ocorre atualmente com um único operador

- Se **nenhum** componente é removido o cálculo de MTBUR é inválido:

$$\frac{10.000 \text{ horas de operação}}{0 \text{ remoções não programadas}} = \textbf{INFINITO}$$

PRÓXIMOS DESAFIOS 2019/2020

PRÓXIMOS DESAFIOS PARA 2019/2020

1. Ferramentas de *dashboards* interativas

   (BI - Business Intelligence)

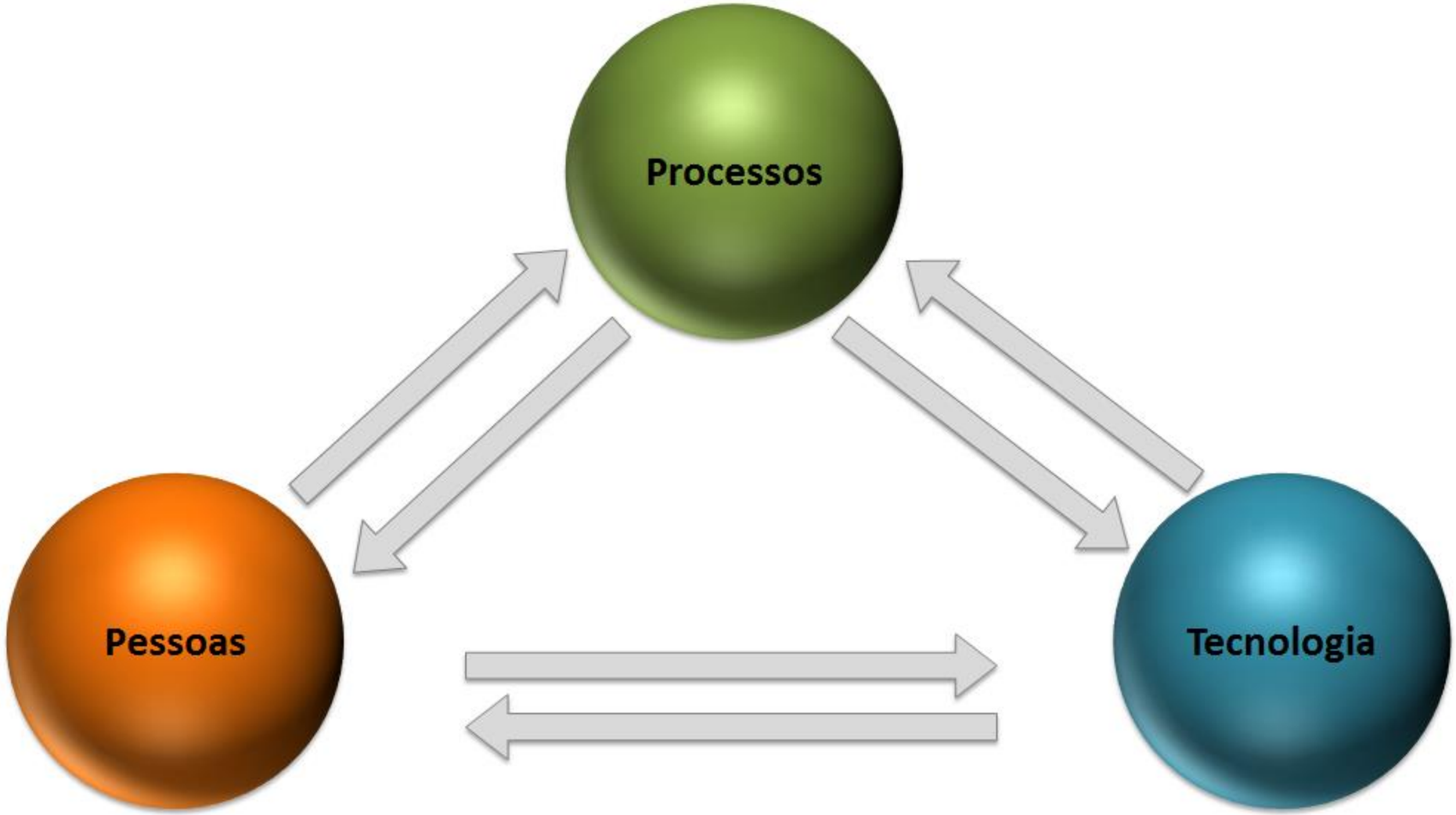
2. Otimização na coleta de dados

   (Big Data)

3. Otimização do Programa de Manutenção

   (P. Confiabilidade sob revisão conjunta com a Autoridade Aeronáutica)

BASE DE UMA GESTÃO EFICIENTE



PERGUNTAS/DÚVIDAS ?

Contato Confiabilidade GOL:

Eng.Vinícius Cavalcante Pereira
E-mail: vcpereira@voegol.com.br
E-mail departamental: GR-confiabilidade@voegol.com.br
Telefone: (11) 5098-2603

GOL