

# Gerenciamento de automação e trajetória de voo

PARA PILOTOS E INSTRUTORES DE HELICÓPTERO

BROCHURA DE TREINAMENTO



Exemplo de Display de Navegação de Voo H135 (FND)

**HE9**



# ÍNDICE

<b>GLOSSÁRIO</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>1 ESTUDO DE CASO DE INCIDENTE DE AUTOMAÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Sinopse</b>	<b>8</b>
<b>1.2 Sobre o modo superior “Arremetida” (GA)</b>	<b>8</b>
<b>1.3 Lições aprendidas</b>	<b>8</b>
<b>2 AUTOMAÇÃO: AMIGA OU INIMIGA?</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Declarações</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Confiança na automação</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Modelo de desempenho básico</b>	<b>10</b>
<b>2.4 Nível de automação</b>	<b>10</b>
<b>3 USO OTIMIZADO DE AUTOMAÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Objetivo do projeto</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Entendendo os sistemas automatizados</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Interface tripulação de voo / sistema</b>	<b>15</b>
<b>3.4 Fatores operacionais e humanos que afetam o uso otimizado da automação</b>	<b>17</b>
<b>3.5 Resumo dos pontos principais</b>	<b>17</b>

<b>4. PRINCÍPIOS BÁSICOS DA AUTOMAÇÃO</b>	<b>18</b>
<b>4.1 Introdução</b>	<b>18</b>
<b>4.2 Princípios básicos gerais</b>	<b>18</b>
<b>4.3 Princípios básicos de operação normal</b>	<b>24</b>
<b>4.4 Princípios básicos específicos para condições anormais e de emergência</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>28</b>
<b>APÊNDICE 1</b>	<b>29</b>
<b>APÊNDICE 2</b>	<b>30</b>
<b>APÊNDICE 3</b>	<b>37</b>

# GLOSSÁRIO

AFCS:	Sistema de Controle Automático de Voo	RA:	Radioaltímetro
AP:	Piloto Automático	RMI:	Indicador Rádiomagnético
APCP:	Painel de Controle do Piloto Automático	SID:	Saída Padrão por Instrumentos
ATC:	Controle de Tráfego Aéreo	SOP:	Procedimento Operacional Padrão
BRG:	Rumo	TA:	Aviso de Tráfego
CAS:	Sistema de Alerta da Tripulação	TAWS:	Sistema de alarme e advertência de terreno
CDU:	Unidade de Controle do Display	TCAS:	Sistema anticolisão de tráfego aéreo
CFIT:	Voo Controlado Contra Terreno	TEM:	Gerenciamento de Ameaças e Erros
COM/NAV:	Comunicação/Navegação	VMC:	Condições Meteorológicas Visuais
CRM:	Gerenciamento de Recursos do Posto de Pilotagem	V/S:	Velocidade Vertical
CRS:	Curso		
DME:	Equipamento de Medição da Distância		
FCOM:	Manual de Operação da Tripulação de Voo		
FND:	Display de Navegação e Voo		
FL:	Nível de voo		
FMA:	Anunciador do Modo de Voo		
FMS:	Sistema de Gerenciamento de Voo		
GA:	Arremetida		
GPWS:	Sistema de Alerta de Proximidade do Solo		
G/S:	Rampa de descida		
HDG:	Proa		
IAS:	Velocidade Indicada (VI)		
ILS:	Sistema de pouso por Instrumentos		
LOC:	Localizador		
LDP:	Ponto de pouso		
MEA:	Altitude Mínima em Rota		
MORA:	Altitude Mínima Fora da Rota		
MSA:	Altitude Mínima de Setor		
NAV:	Navegação		
NAVD:	Display de Navegação		
OM:	Manual de Operações		
PF:	Piloto Voando		
PFD:	Indicador Primário de Voo		
PM:	Piloto Monitorando		
QRH:	Manual de Referência		

# INTRODUÇÃO

Esta brochura foi desenvolvida pela Equipe Europeia de Implementação da Segurança de Helicópteros (*European Helicopter Safety Implementation Team* (EHESIT)), parte da Equipe Europeia de Segurança de Helicópteros (*European Helicopter Safety Team* (EHEST)). A EHESIT tarefa é encarregada de processar as Recomendações de Implementação (IRs) identificadas a partir da análise de acidentes realizada pela Equipe Europeia de Análise de Segurança de Helicópteros (*European Helicopter Safety Analysis Team* (EHSAT)).

Por muitos anos, os fabricantes de helicópteros usaram a automação na forma de aumento de estabilidade e conservação da atitude para dar assistência às tripulações na redução da carga de trabalho manual em voo. Os rápidos avanços da tecnologia ao longo dos últimos 30 anos, principalmente nos últimos 10, fizeram surgir capacidades significativas de tais sistemas.

Infelizmente, as práticas de treinamento e verificação nem sempre acompanharam o ritmo destes contínuos avanços tecnológicos. O uso da automação deve ser abordado de maneira mais profunda no treinamento, com mais orientação dos operadores.

O advento dos relatórios do Quadro de Avaliação Operacional (OEB) da JAA e dos novos Dados de Conformidade Operacional (OSD) da EASA foi além ao abordar as áreas de ênfase especial, tratadas durante treinamento específico de classificação de tipo. Alguns fabricantes também publicaram documentos operacionais, como a Nota de Briefing Operacional de Voo (FOBN) e, mais recentemente, o Manual de Operação de Tripulação de Voo (FCOM), para tratar de maneira diferente o uso da aeronave para missões específicas, tais como operações offshore, Busca e Salvamento e Serviços Médicos de Emergência em Helicóptero (HEMS).

A automação tem contribuído substancialmente para a melhoria contínua da segurança de voo, visto que aumenta a pontualidade e a precisão dos procedimentos de rotina, reduzindo a possibilidade de erros e os riscos associados à segurança do voo.

No entanto, a automação tem seus limites. De modo crítico, em aeronaves complexas e altamente automatizadas, as tripulações de voo podem perder a percepção do modo ou podem não entender a interação entre um modo de automação e uma fase particular do voo ou esforço do piloto.

A comunidade de helicópteros continua a vivenciar incidentes e acidentes, em que os investigadores mencionaram que a automação e os displays complexos de voo foram fatores significativos. Este documento foi desenvolvido para identificar as melhores práticas atuais e para dar assistência no melhor uso destas melhorias poderosas na segurança. Apesar desta brochura ser mais direcionada a operações com múltiplos pilotos, um piloto único que enfrentar os mesmos problemas em uma aeronave moderna encontrará sugestões de como diminuir a carga de trabalho e gerenciar o modo de voo de forma eficiente.

# 1 ESTUDO DE CASO DE INCIDENTE DE AUTOMAÇÃO

## 1.1 Sinopse

Depois de 28 minutos no heliponto, o comandante realizou uma decolagem bem-sucedida e, enquanto o helicóptero acelerava, ele acoplou o piloto automático no modo “Arremetida” (*Go-Around (GA)*). Quase imediatamente, a tripulação sentiu que o helicóptero não estava subindo, como esperado, mas estava, na verdade, descendo e acelerando. Com o piloto automático ainda acoplado, o comandante fez esforços no comando manual, tentando assegurar que o perfil desejado de subida fosse seguido. Os dados de voo registrados mostraram que o helicóptero mudou para subida, mas a atitude de inclinação continuou a aumentar constantemente para 18° em cabrada e a velocidade foi reduzida até quase zero. A inclinação cabrada continuou a aumentar, alcançando 23,5° em cabrada, antes que fosse tomada uma atitude de recuperação. Ao recuperar-se da excursão inclinada, o helicóptero alcançou 36° de atitude picada, com uma subsequente alta razão de descida, sendo interrompida a aproximadamente 50 pés acima do nível do mar. O comandante então retornou o helicóptero aos parâmetros normais de voo e estabeleceu uma subida até a altitude de cruzeiro. A tripulação relatou dificuldades iniciais ao acoplar os modos de piloto automático durante a subida, mas a funcionalidade normal foi recuperada a tempo para uma aproximação e pouso seguros.

## 1.2 Sobre o modo superior “Arremetida” (GA)

Quando comandante acoplou o modo arremetida (GA), ele o fez conforme esperado. A velocidade atual (76 kt) se tornou a meta de velocidade do piloto automático, com uma meta de velocidade vertical de 1.000 pés/min. para cima. Como a velocidade vertical aumentou em relação à meta e, então, a excedeu, o torque do coletivo e do motor foi reduzido, como esperado. O modo GA permaneceu acoplado por 15 segundos antes de inverter para os modos IAS e VS. Entretanto, como a IAS caiu para zero, devido aos esforços cílicos traseiros, o modo IAS se desacoplou automaticamente, sendo substituído por um modo de atitude básica; o modo V/S permaneceu acoplado.

## 1.3 Lições aprendidas

- **Primeiramente, voar:** o Piloto Voando (PF) deve se concentrar em pilotar a aeronave. O Piloto Monitorando (PM) deve ajudar o PF, monitorando os parâmetros de voo e avisando sobre qualquer desvio excessivo ou ação inadequada do PF.
- **Quando as coisas não acontecem como esperado, assuma o comando:** se a aeronave não seguir a trajetória de voo desejada, inverta rapidamente do direcionamento selecionado para voo manual.
- **Use o nível correto de automação para a tarefa:** o nível correto de automação é frequentemente aquele no qual o piloto se sente mais confortável.
- **Pratique o compartilhamento de tarefas e o apoio mútuo:** o compartilhamento de tarefas, a verificação cruzada eficiente e o apoio devem ser praticados em todas as fases das operações de solo e de voo.
- **Entenda sempre o direcionamento disponível e selecionado:** o Indicador Primário de Voo (PFD) e o Display de Navegação (NAVD) são as principais interfaces para a que a aeronave se comunique com a tripulação de voo, para confirmar que os sistemas da aeronave aceitaram corretamente as seleções de modo e as entradas de alvos.
- **Esteja ciente da lógica de automação dos OEMs:** a tripulação da aeronave com várias classificações de tipo de helicóptero OEM precisa revisar e concentrar-se em cada lógica do Sistema de Controle Automático de Voo (AFCS).
- **Comunique-se:** na operação de pilotos múltiplos, é crucial articular e confirmar as seleções de modo e as respostas da aeronave, sejam elas esperadas ou não, para garantir que a conscientização situacional seja mantida no seu nível mais alto.

## 2. AUTOMAÇÃO: AMIGA OU INIMIGA?

### 2.1 Declarações

- “A automação melhorou muito a segurança, o conforto e a satisfação no trabalho em muitas aplicações; entretanto, ela também levou a muitos problemas” (Wickens).
- Automação não é simplesmente substituir a atividade humana; a automação muda a atividade humana de formas planejadas e não planejadas.
- Muitos acidentes estão relacionados a problemas na interação homem-automação.

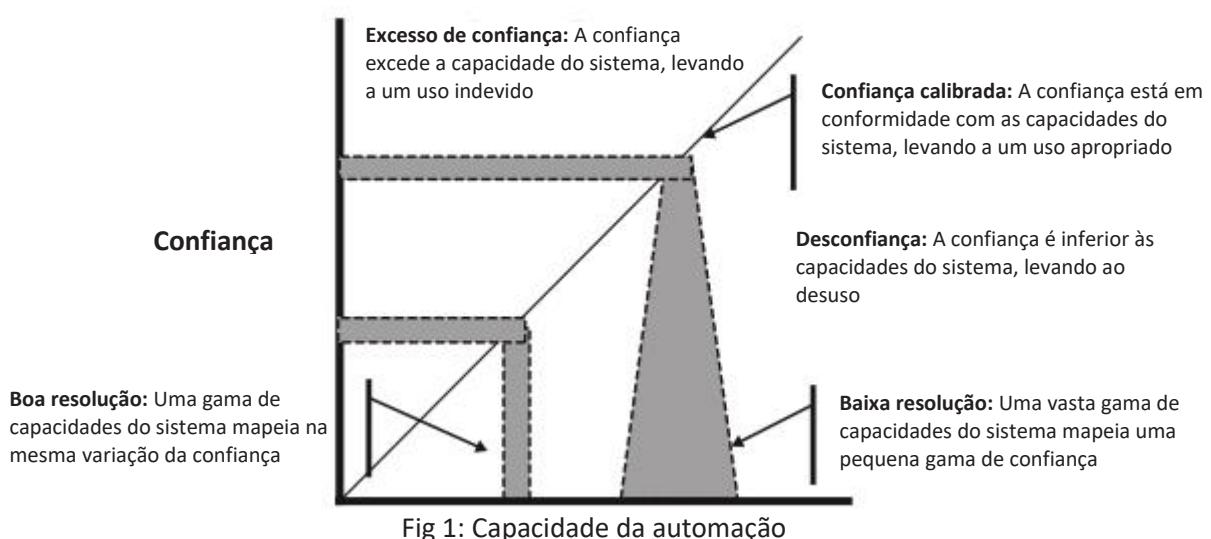
### 2.2 Confiança na automação

A confiança é um fator importante na interação homem-automação e influencia fortemente o desempenho do sistema (Sheridan, 2002).

- Confiança na automação – fé na integridade, capacidade, confiabilidade ou natureza de um auxílio (subjetiva)
- Utilização da automação – dependência real de um auxílio (objetiva)

Um fator importante no mau desempenho da interface homem-automação que está sob grande investigação é a confiança na automação. É um fato que **Humanos são ruins em monitoramento**. A tripulação precisa confiar na automação para usá-la adequadamente, no entanto, a confiança é um processo não linear, como o seguinte:

- Há uma função não linear de desempenho da automação e interação dinâmica entre operador e automação
- A experiência negativa pesa mais
- As experiências iniciais pesam mais
- Baixa confiabilidade leva a uma rápida queda na confiança
- A previsibilidade da falta de confiança também é importante: baixa previsibilidade conduz a pouca confiança
- Pesquisa recente: quando automação corrige de forma errada “problemas fáceis”, menos confiança/segurança



((Fonte: projeto para uma Confiança Apropriadamente John D. Lee e Katrina A. See, University of Iowa, Iowa City, Iowa, 4 de setembro de 2003)

### 2.3 Modelo básico de desempenho

O desempenho de um Sistema Homem-Máquina depende basicamente do Projeto, dos Procedimentos e das Competências, que resultam da Educação, Treinamento e Experiência e do Meio Ambiente (fonte Política de Automação da EASA, 2<sup>a</sup> Edição, 2013).

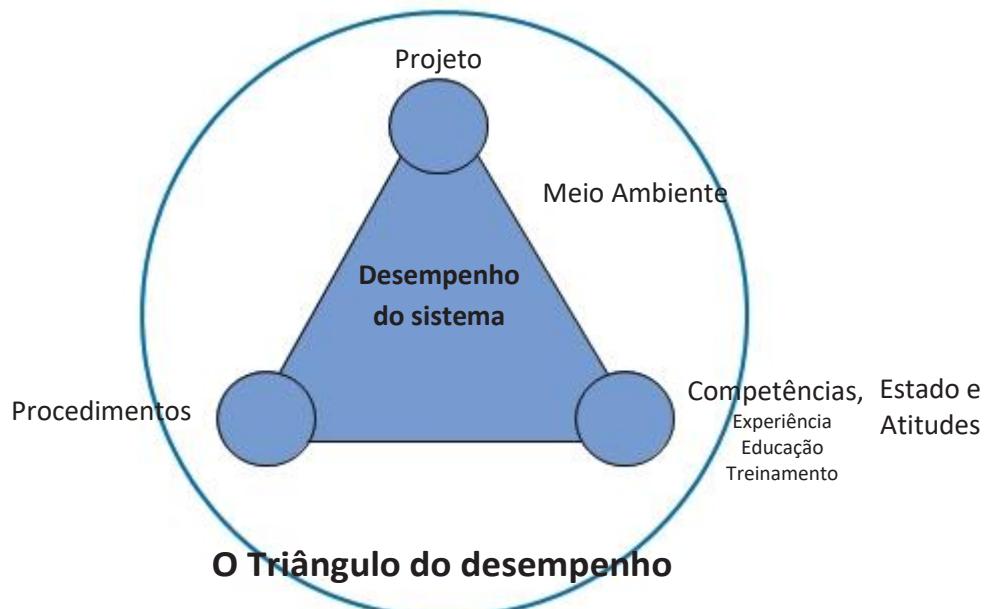


Fig. 2: O Triângulo do desempenho

O estado fisiológico e psicológico do(s) agente(s), por exemplo, estresse, fadiga etc., atitudes, interesse e envolvimento com a tarefa, também desempenham um papel.

O modelo ilustra que um bom projeto (simples, intuitivo, de fácil utilização) requer menos competências e/ou orientação sobre os procedimentos (instruções) a serem operados e, por outro lado, um projeto ruim requer mais orientação e/ou competências do usuário.

O modelo mostra também que identificar somente um elemento do sistema em caso de falha no desempenho é redutivo e que o desempenho geral do sistema pode ser aumentado, melhorando qualquer um destes três componentes básicos individualmente ou em combinação.

### 2.4 Nível de automação

A maioria dos helicópteros monomotores voa sem sistemas de automação, enquanto que helicópteros médios/grandes são projetados para serem pilotados usando modos superiores de 4 eixos do AFCS a fim de aumentar a segurança e reduzir a carga de trabalho dos pilotos. A automação permite o benefício da proteção do AFCS, melhorando o gerenciamento do erro pela tripulação.

É bem difícil definir o nível apropriado de automação a ser usado, porque ele se baseia em muitos fatores como condições atmosféricas, meio ambiente, carga de trabalho da tripulação, treinamento da tripulação etc.

O nível de automação usado é geralmente aquele adotado pela tripulação para a tarefa ou para as condições que prevalecem.

Historicamente, os principais estágios de automação, de zero até automação avançada, podem ser definidos da seguinte forma:

#### **2.4.1 Nenhuma automação**

A maioria dos helicópteros monomotores não tem automação (R22, R44, AS350, H130.), embora seja possível instalar, como opcional, um AFCS de 2 ou 3 eixos em alguns helicópteros. Estes tipos são predominantemente usados para voo de transporte privado, de treinamento ou de trabalho aéreo.

Sem automação, o piloto precisa voar “com as mãos nos comandos” o tempo todo. Neste caso, o acesso direto aos comandos de voo (com ou sem a assistência do servocomando) ajuda o piloto a “sentir” a aeronave e a reagir de modo adequado, especialmente para trabalhos aéreos nos quais é necessário precisão (balanço, guincho...). É uma prática comum para aeronaves automatizadas, envolvidas nestas tarefas de precisão em voo pairado, desacoplar a automação para agir diretamente nos comandos dos rotores.

Voar “com as mãos nos comandos” o tempo todo, especialmente sob condições de piloto único, cria uma carga de trabalho significativa, que inclui mudanças de frequência, referência a gráficos, cálculos de desempenho etc. Isso é aceito para funções em uma pequena área geográfica, mas para navegação em rota, ter um sistema de conservação de altitude reduzirá a carga de trabalho.

#### **2.4.1 Sistema de Aumento de Estabilidade (SAS)**

Os Sistemas de Aumento de Estabilidade (SAS) fornecem entradas de comando **de amortecimento de curto prazo** para aumentar a estabilidade do helicóptero. Assim como os sistemas de compensação, o SAS requer voo “com as mãos nos comandos”.

Os Sistemas de Conservação de Atitude (ATT) fazem o helicóptero voltar para uma atitude selecionada depois de um distúrbio. Mudanças na atitude podem ser alcançadas normalmente através de uma chave “beep” de quatro posições ou acionando uma chave “*force trim*” no cílico, que rearma a atitude desejada manualmente. A conservação da atitude pode ser parte de um sistema SAS ou pode ser a função básica de piloto automático “sem as mãos nos comandos”.

O mais simples destes sistemas é um sistema “*force trim*”, que usa uma embreagem magnética e molas para manter o cílico na posição em que ele foi liberado. Sistemas mais avançados usam servocomandos elétricos que realmente movem os comandos de voo. Estes servocomandos recebem comandos de controle de um computador que percebe a atitude do helicóptero.

Em alguns helicópteros modernos, em caso de falha das duas unidades de processamento AP, para garantir a estabilidade mínima do helicóptero, um SAS de back-up assume automaticamente o controle dos atuadores em série. Esta função pode ser desempenhada por um instrumento autônomo usando seus próprios giros de referência e leis de controle do SAS.

Entretanto, este nível de assistência à pilotagem ainda requer correções frequentes do piloto, logo, não é surpresa o surgimento da necessidade de níveis mais altos de assistência à pilotagem, como na década de 1960.

#### **2.4.3 Modo básico de estabilização com AFCS**

O modo básico de estabilização é desempenhado pelo AFCS nos eixos de arfagem, rolagem e guinada, através de atuadores em série e paralelos:

- Os eixos de arfagem e de rolagem: mantêm as atitudes definidas pelo piloto ou a atual sob conexão;
- O eixo de guinada: mantém a proa em voo pairado ou em velocidade baixa, ou fornece coordenação em voo de cruzeiro.

É a estabilização básica que fornece **conservação de atitude de longo prazo** nos eixos de arfagem e de rolagem para minimizar a carga de trabalho e os esforços nos comandos de voo. É uma função “com as mãos nos comandos”, na qual o piloto deve ter os comandos de voo “nas mãos” e fazer qualquer ajuste necessário para manter a trajetória ou velocidade desejada do helicóptero, o que também depende da configuração real do coletivo para fornecer potência suficiente.

Algumas dicas úteis a considerar:

- Quando a posição desejada do cílico for selecionada a fim de manter a trajetória, use o “beep trim” para pequenos ajustes e o “trim release” para mudanças significativas de atitude;
- Em voo com velocidade de cruzeiro, os pedais livres permitem que o AFCS aja contra a deriva;
- Entradas de rolagem para manter um ângulo de inclinação desejado geralmente podem ser alcançados aplicando força somente contra o cílico (ou seja, não compensar em uma volta). Deste modo, o cílico irá retornar ao nível de asas no caso de um estado indesejável da aeronave. Sabe-se que alguns tipos podem ter forças de “rompimento” significativas, e reduzi-las na volta pode ser a melhor opção prática.
- Quando possível, use o modo superior de estabilização para reduzir a carga de trabalho do piloto.

#### **2.4.4 Modo superior de 3 eixos**

Para todos os modos superiores, o uso de 4 eixos comparado ao de 3 eixos é uma prática recomendada, a fim de diminuir a carga de trabalho do piloto. Algumas funções podem ser muito úteis em uma situação crítica e, a propósito, aumentam a segurança do voo.

No modo superior de 3 eixos, os modos superiores comandam o cílico, mas o coletivo deve ser controlado manualmente (com as mãos). Assim, nenhum modo coletivo é indicado na faixa do AFCS.

Os Sistemas de Piloto Automático (APs) estipulam o voo “sem as mãos nos comandos” para o cílico somente ao longo das trajetórias laterais e verticais especificadas. Os modos funcionais podem incluir proa, altitude, velocidade vertical, rastreamento de navegação e aproximação. Os APs normalmente têm um painel de controle para a seleção do modo e indicação do status do modo. Os APs normalmente controlam o helicóptero em relação aos eixos de rolagem e de arfagem (controle do cílico), mas também incluem o eixo do guinada (controle dos pedais).

Isto significa que os modos verticais e laterais podem ser acoplados ao mesmo tempo, mas o piloto precisa ajustar a potência para manter a velocidade, gerenciando o coletivo. Este ponto costuma ser confuso para os pilotos. Monitorar a faixa do AFCS é o único modo de ter certeza do status dos modos superiores de AFCS.

Entretanto, para os sistemas com pilotos automáticos de 4 eixos, às vezes é útil voar em somente 3 eixos sob condições de turbulência ou ao realizar os cheques de potência do motor, por exemplo. Assim, o piloto pode mudar de 4 eixos para 3 eixos somente enquanto o modo superior de 3 eixos for necessário.

Com alguns helicópteros modernos, os modos superiores de AFCS mudam automaticamente de 3 eixos para 4 eixos para diminuir a carga de trabalho do piloto e aumentar a segurança (por exemplo, em caso de apagamento do motor ou se a velocidade cair abaixo da  $V_y$  sem nenhuma ação do piloto no coletivo ou próximo ao solo).

É obrigatório que, ao voar em arfagem e rolagem de 3 eixos, o piloto continue a controlar o coletivo. Os fundamentos do voo em helicóptero devem ser aplicados mentalmente a todo o momento, especialmente ao mudar de velocidade ou altitude, visto que a perda de atenção em uma configuração de baixa potência pode resultar rapidamente em uma condição de baixa velocidade. Recomenda-se manter a mão no coletivo, o que garantirá ao piloto uma maior chance de permanecer no "loop" com a configuração de potência selecionada.

#### 2.4.5 Modo superior de 4 eixos

No modo superior de 4 eixos, os modos superiores comandam o cílico e o coletivo; o piloto pode, assim, voar completamente "sem as mãos nos comandos", a atenção do piloto é necessária próximo ao solo.

Os Sistemas de Piloto Automático (APs) estipulam o voo "sem as mãos nos comandos" ao longo das trajetórias laterais e verticais especificadas. Os modos funcionais podem incluir proa, altitude, velocidade vertical, rastreamento de navegação e aproximação. Os APs normalmente têm um painel de controle para a seleção do modo e indicação do status do modo. Eles geralmente controlam o helicóptero em relação aos eixos de rolagem e de arfagem (controle do cílico), mas também incluem o eixo de guinada (controle do pedal) e os servocomandos do coletivo.



Entretanto, estes níveis mais altos de assistência levantam questões sobre a sua compatibilidade com as ações do piloto. Tomando como exemplo a manutenção da atitude de rolagem, tal função tentaria agir contra o esforço de rolagem dos pilotos toda vez que ele tentasse entrar em um giro. Consequentemente, a maioria das funções de assistência de voo, além do aumento da estabilidade, detectam as ações do piloto para que o AFCS possa automaticamente reverter para as funções adaptadas de acompanhamento do piloto.

Tradicionalmente, estas funções de acompanhamento do piloto foram chamadas de funções "com as mãos nos comandos/com os pés nos comandos", modos de "pilotagem transparente" ou "ultrapassagem". Todas estas denominações carregam a ideia de que o AFCS deveria interromper sua função de condução de prazo mais longo, sob a detecção de ação do piloto, para momentaneamente substituí-la por alguma assistência ao piloto de curto prazo.

De acordo com o projeto de alguns AFCS, a atitude de longo prazo é reconquistada depois de um atraso de "com as mãos nos comandos" para "sem as mãos nos comandos" que os pilotos devem levar em consideração.



## 3 USO OTIMIZADO DA AUTOMAÇÃO

### 3.1 Objetivo do projeto

O objetivo do projeto do AFCS é fornecer assistência à tripulação ao longo de todo o voo (dentro do envelope normal de voo):

- Aliviando o PF das tarefas de pilotagem de rotina e, assim, dando tempo e recursos para melhorar sua conscientização situacional ou para as tarefas de solução de problemas; ou
- Fornecendo ao PF uma orientação adequada sobre a atitude e a trajetória de voo através do FND, para voo com as mãos nos comandos.

O AFCS fornece orientação para capturar e manter os alvos selecionados e a trajetória de voo definida, de acordo com os modos acoplados e os alvos estabelecidos pela tripulação de voo no Painel de Controle do Piloto Automático (APCP) ou no Sistema de Gerenciamento de Voo (FMS).

O APCP e os punhos de comando constituem a principal interface entre o piloto e o AFCS para direcionamento de curto prazo (ou seja, para direcionamento imediato).

O FMS constitui a principal interface entre o piloto e o Sistema Automático De Controle De Voo (AFCS) para direcionamento de longo prazo (ou seja, para as fases de voo atuais e subsequentes).

### 3.2 Entendendo os sistemas automatizados

Para entender qualquer sistema automatizado, mas principalmente o AFCS e o FMS seria necessário responder às seguintes questões fundamentais:

- Como o sistema foi projetado?
- Por que o sistema foi projetado desta forma?
- Como o sistema faz uma interface e se comunica com o piloto?
- Como você opera o sistema em situações normais e anormais?
- Quais são as proteções automáticas fornecidas pelo sistema e quando elas podem ser degradadas?

Os seguintes aspectos devem ser totalmente entendidos para um uso otimizado da automação:

- Integração dos modos do AFCS no FND/NAVD (ou seja, emparelhamento de modos)
- Transição do modo e sequências de reversão
- Interfaces piloto-sistema para:
  - ✓ Comunicação piloto-sistema (ou seja, para seleções de alvo e o acoplamento de modos)
  - ✓ Feedback sistema-piloto (ou seja, para verificação cruzada do status de modos e precisão no direcionamento do helicóptero para alvos e monitoramento ativo de controles)

### 3.3 Interface tripulação de voo/ sistema

Para qualquer ação no APCP ou no FMS para dar um comando ao AFCS, o piloto tem uma expectativa da reação da aeronave e, portanto, deve ter em mente o seguinte:

- O que eu quero da aeronave para voar agora?
- O que eu quero da aeronave para voar depois?

Isto implica em responder também as seguintes perguntas:

- Que modo deve ser acoplado e que alvo foi configurado para o voo da aeronave?
- A aeronave está seguindo os alvos e trajetórias do voo vertical e lateral intencionados?
- Que modo foi ativado e que alvo foi pré-configurado para o voo da aeronave na sequência?

A fim de responder às perguntas acima, o papel principal dos seguintes controles e indicadores deve ser entendido:

- Teclas de seleção do modo do AFCS, botões de configuração de alvo e janelas de indicação
- Teclado do FMS, teclas de seleção de linha, páginas de indicação e mensagens
- Luzes indicadoras dos modos de voo (FMA) no PFD
- Displays e escalas do PFD e do NAVD (ou seja, para alvos de direcionamento para verificação cruzada).

O monitoramento efetivo destes controles e indicadores promove e aumenta a conscientização da tripulação de voo em relação ao direcionamento disponível para trajetória de voo e ao controle da velocidade:

- Status do sistema de piloto automático (ou seja, modos sendo acoplados ou ativados)
- Alvos de direcionamento ativos



### **3.4 Fatores operacionais e humanos que afetam o uso otimizado da automação**

Os seguintes fatores operacionais e humanos são frequentemente observados em incidentes e acidentes nos quais o uso da automação é identificado como um fator causal:

- Intimidão (ou seja, falta de interação ou emprego tardio da automação, quando necessário);
- Excesso de segurança/excesso de confiança (ou seja, delegação excessiva);
- Complacência (ou seja, atitude passiva, falta de supervisão ativa);
- Ativação inadvertida ou conexão de um modo incorreto;
- Falha em verificar a ativação/conexão efetiva (no FMA) dos modos ativados ou acoplados;
- Seleção de um alvo incorreto (altitude ALT, velocidade IAS, proa HGD, radial, curso CRS, rastreamento, ângulo da trajetória FPA...) no APCP e falha em confirmar o alvo selecionado, fazendo uma verificação cruzada do símbolo do alvo relacionado no PFD e/ou NAVD;
- Inserção de um waypoint incorreto no FMS;
- Ativação do modo de navegação lateral com um waypoint ativo incorreto (ou seja, um waypoint TO incorreto);
- Foco no FMS durante uma fase de voo crítica, com consequente perda de conscientização situacional;
- Entendimento insuficiente das transições de modo e reversões de modo (ou seja, confusão de modo, surpresa da automação);
- Ação de desativação inoportuna interferindo na automação;
- Compartilhamento inadequado de tarefa e/ou práticas de CRM atrapalhando o PF monitorar a trajetória de voo e a velocidade (ex.: ambos os pilotos envolvidos no gerenciamento da automação ou em solucionar uma situação não antecipada ou uma condição anormal);
- Acoplar os modos superiores com a aeronave em uma atitude incorreta de trim ou em uma condição "out-of-trim";
- Seleção inadvertida de modo duplo (não seleção do modo) sem confirmação do FMA;
- Não ativação do modo de aproximação;
- Não configuração do curso correto de aproximação final.

### **3.5 Resumo dos pontos principais**

Para uso otimizado da automação, deve-se:

- Entender a integração dos modos superiores;
- Entender todas as transações de modo e sequências de reversão;
- Entender as interfaces piloto-sistema para:
  - ✓ Comunicação piloto-sistema (ou seja, para conexão de modos e seleções de alvo);
  - ✓ Feedback sistema-piloto (ou seja, para verificação cruzada de modos e alvos).
- Conscientização do direcionamento disponível (modos armados ou acoplados, alvos ativos);
- Agilidade em adaptar o nível de automação da tarefa e/ou circunstâncias, ou em reverter para voo com as mãos nos comandos, se necessário;
- Adesão à filosofia do projeto e à filosofia da operação, SOPs e Regras de Outro para Pilotos.

## 3 PRINCÍPIOS BÁSICOS DA AUTOMAÇÃO

### 4.1 Introdução

Nos primórdios da aviação, as *Regras de Ouro*<sup>1</sup> da Operação foram definidas como os princípios dos pilotos básicos. Com o desenvolvimento de aeronaves com tecnologia moderna e com as pesquisas sobre a interface homem-máquina e a coordenação da tripulação, estas *Regras de Ouro* foram ampliadas para englobar os princípios da interação com a automação e CRM/TEM. Nesta brochura, as "Regras de Ouro" são chamadas "Princípios Básicos" da Automação.

Os Princípios Básicos auxiliam os alunos a manter sua qualidade básica de piloto ao progredirem para modelos de aeronaves cada vez mais integrados e automatizados. Apesar de desenvolvidos para alunos, os Princípios Básicos são igualmente úteis para pilotos experientes. Os Princípios Básicos abordam aspectos considerados fatores casuais, frequentes em incidentes e acidentes, ex.:

- Conscientização situacional / posicional inadequada;
- Interação incorreta com a automação;
- Confiança excessiva na automação;
- Verificação cruzada e backup mútuo da tripulação ineficaz.

### 4.2 Princípios básicos gerais

#### 4.2.1 A aeronave automatizada pode ser pilotada como qualquer outra aeronave

Para promover esta regra, cada aluno deve voar no simulador usando somente o piloto automático básico (guinada/rolagem, arfagem e coletivo) sem os modos superiores.

O uso de modos superiores e do sistema de gerenciamento de voo (FMS) (normal, degradado) com as proteções do AFCS deve ser introduzido progressivamente, conforme definido pelo conteúdo de treinamento aplicável.

A prática de voo manual irá ilustrar que o Piloto Voando (PF) sempre guarda a autoridade e capacidade de adotar:

- Um nível mais direto de automação; ou de reversão;
- Voo manual, controle direto da trajetória da aeronave e configuração de potência.

#### 4.2.2 Voar, navegar, comunicar e gerenciar – nesta ordem

O compartilhamento de tarefas deve ser adaptado à situação prevalecente (ou seja, compartilhamento de tarefas para voo com as mãos nos comandos ou com os modos superiores acoplados, compartilhamento de tarefas para operação normal ou para condições anormais/de emergência, como definido no manual de operação aplicável), e as tarefas devem ser completadas de acordo com as seguintes prioridades:

· **Voar (Pilotar):**

O PF deve se concentrar em pilotar a aeronave (ou seja, controle e/ou monitoramento da altitude de arfagem, ângulo de inclinação, velocidade, potência, deslocamento lateral, proa...) para capturar e manter os alvos desejados, a trajetória de voo vertical e a trajetória lateral.

O PM deve auxiliar o PF, monitorando os parâmetros de voo e avisando sobre qualquer desvio excessivo.

· **Navegar:**

Selecionar os modos desejados de navegação vertical e navegação lateral (ou seja, selecionando os modos no APCP e/ou em navegação gerenciada pelo FMS) e conscientizar-se sobre o terreno ao redor e sobre a altitude mínima de segurança (MSA).

Esta regra pode ser resumida seguindo três declarações “saiba onde...” da conscientização situacional:

- ✓ Saiba onde você está
- ✓ Saiba onde você deve estar
- ✓ Saiba onde o terreno e os obstáculos estão

Erros comuns de FMS	Possíveis consequências	Recomendação
Ambos os pilotos programando o FMS na fase de baixa carga de trabalho ao mesmo tempo (por exemplo, em rota)	Perda de SA	Um comando durante todo o tempo
Preocupação com a programação do FMS durante as fases críticas	Perda de SA e comunicação degradada	Antecipar a programação e os esforços do FMS de verificação cruzada; Incluir o FMS nas fases de voo estéreis do posto de pilotagem.
Reconfiguração tardia do FMS aproximando-se do IAF (ex.: seguindo a mudança da pista em uso)	Alcançar o IAF com a navegação ativa inapropriada com FMS acoplado	Evitar configuração tardia, converter para uma orientação selecionada da tripulação com o uso dos dados brutos
Inserir ou selecionar um waypoint errado no FMS	Confusão e CFIT	Confirmar as posições do waypoint do usuário no NAVD e fazer a verificação cruzada delas com as localizações fixas no mapa, tais como aeroportos e faróis e contra os dados brutos

· **Comunicar:**

As chamadas padrões do SOP devem ser desenvolvidas por operadores e definidas para as comunicações da tripulação do posto de pilotagem / tripulação da cabine em:

- Condições normais (partida e chegada);
- Situações anormais ou de emergência (ex.: emergência em solo/evacuação, incapacidade da tripulação, pouso forçado ou amerissagem, etc.).

A comunicação efetiva da tripulação envolve as comunicações entre tripulação e controlador de voo e entre os membros da tripulação de voo.



A comunicação eficaz permite o compartilhamento das metas e das intenções e aumenta a conscientização situacional da tripulação. Um briefing completo com a tripulação deve ser conduzido antes de qualquer abordagem ou evento complexo e deve incluir o uso da automação.

O uso das chamadas padrão do SOP é de importância primordial para um uso otimizado da automação (ou seja, para conscientização da ativação ou conexão dos modos, chamando as mudanças do FMA, seleções de alvo, entradas de FMS):

- As chamadas “padrão” devem ativar imediatamente a pergunta “o que eu quero fazer em voo agora?” e, assim, claramente indicam:
  - ✓ Que alvo o piloto deseja estabelecer
  - ✓ Que modo o piloto deseja ativar ou acoplar
- Quando a intenção do piloto (PF) é claramente transmitida para o outro piloto (PM), a chamada padrão também irá:
  - ✓ Facilitar a verificação cruzada do FMA e do PFD/NAVD, conforme o caso;
  - ✓ Facilitar a verificação cruzada e o backup entre ambos os pilotos.

· **Gerenciar:**

Gerenciar a continuação do voo é a próxima prioridade, isto inclui:

- ✓ Trajetória de voo;
- ✓ Sistemas da aeronave (ex.: gerenciamento de combustível, gerenciamento de desvio, etc.);
- ✓ Procedimento(s) de emergência e/ou anormal(is).

O projeto de aeronave com posto de pilotagem com painéis digitais suporta totalmente a estratégia de quatro passos acima, conforme resumido na tabela abaixo:

Princípios básicos	Unidades de exibição
Voar	PFD
Navegar	NAVD
Comunicar	Sistemas COM/NAV
Gerenciar	CAS, FMS

#### 4.2.3 Um piloto olhando para fora da aeronave o tempo todo

O gerenciamento do sistema, assim como o FMS, é particularmente demorado. As práticas seguras de voo necessitam de monitoramento efetivo do controle (perda de controle), navegação (CFIT), conscientização da comunicação e visual (anticolisão).



Isso requer coordenação da tripulação para uma estrita aplicação do conceito de piloto voando/piloto monitorando os equipamentos.

Mudanças significativas no plano de voo do FMS devem ser realizadas pelo PM e, em seguida, deve ser feita uma verificação cruzada pelo PF.

#### 4.2.4 Verificação cruzada da precisão do FMS com dados brutos

Quando dentro da área de cobertura do Navaids, a precisão da navegação do FMS deve sofrer uma verificação cruzada com os dados brutos do Navaid (a menos que a aeronave esteja equipada com GPS).

A precisão da navegação do FMS pode ser verificada por:

- Inserção de um VOR-DME sintonizado no campo rumo / distância da página apropriada do FMS
- Comparação da leitura do FMS DIST TO resultante com a distância do DME lida no PFD/NAVD

Se os critérios de precisão da navegação do FMS não forem alcançados, inverta do modo NAV para o modo de proa selecionado, com referência aos dados brutos do Navaid.

#### **4.2.5 Conheça seu direcionamento todo o tempo**

O APCP, os manches de controle e o FMS são as interfaces principais para que a tripulação de voo se comunique com os sistemas da aeronave (ou seja, para estabelecer os alvos e armar/desarmar ou acoplar/desacoplar os modos).

O PFD, principalmente o Anunciador do Modo de Voo (FMA), e o NAVD são as interfaces principais para que a aeronave se comunique com a tripulação de voo, para confirmar se os sistemas da aeronave aceitaram corretamente as seleções de modo e as entradas de alvos.

A todo o momento, o PF e o PM devem estar cientes:

- dos modos ativados ou acoplados;
- do alvo de direcionamento configurado;
- da resposta da aeronave em termos de altitude, velocidade e trajetória;
- das transições ou reversões de modo.

#### **4.2.6 Quando as coisas não acontecem como esperado: assuma o comando**

Se houver dúvida em relação à trajetória da aeronave ou controle de velocidade, a tripulação de voo não deve tentar reprogramar os sistemas automatizados imediatamente e perder o foco na pilotagem da aeronave.

A tripulação de voo deve usar o Direcionamento Selecionado ou o voo manual junto com o uso dos dados brutos do Navaids, até que o tempo e as condições permitam uma reprogramação do APCP ou do FMS.

Se a aeronave não seguir a trajetória intencionada, verificar o status de conexão dos modos superiores.

Se possível, deve-se desacoplar o modo superior que esteja causando dúvidas e voar naquele modo manual em particular, ou usar um modo similar (ex.: inicialmente do NAV para o HDG, se o helicóptero parecer seguir a rota errada).

Se ainda estiver em dúvida ou se a resposta não for relevante, desacoplar os modos superiores usando o(s) botão(ões) de desconexão associado(s) no APCP ou no cílico para reverter para o voo manual (com referência aos dados brutos).

#### **Os modos superiores não devem ser ultrapassados manualmente.**

Se uma operação de modo superior precisar ser ultrapassada manualmente (ou seja, evasão ou aumento rápido de velocidade), desacoplar imediatamente o sistema afetado, pressionando o botão de desconexão associado. Se possível, reacoplar parcial ou totalmente os modos superiores em relação ao CRM e ao MCC SOPs ou aos procedimentos, levando em conta operações de piloto único ou de múltiplos pilotos.

Se a aeronave não seguir a trajetória vertical /trajetória lateral desejada ou os alvos selecionados e o tempo não permitirem analisar e solucionar o comportamento observado, comunicar e reverter sem atraso do:

- Direcionamento do FMS para direcionamento selecionado;
- Direcionamento selecionado para voo manual.

#### 4.2.7 Uso do nível correto de automação para as tarefas

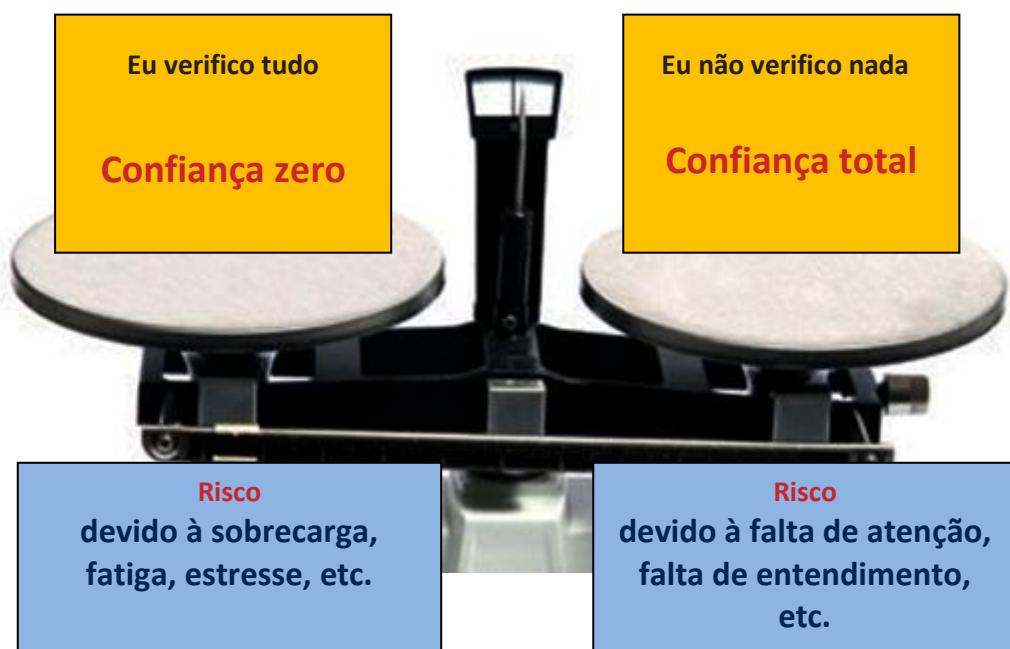
O nível apropriado de automação é normalmente aquele com o qual o piloto se sente confortável para a tarefa ou para as condições que prevalecem, dependendo do seu próprio conhecimento e experiência com a aeronave e com os sistemas.

A reversão para voo manual pode ser o nível apropriado de automação, dependendo das condições prevalecentes.

O PF sempre tem a autoridade e capacidade de selecionar o nível mais apropriado de automação e direcionamento para a tarefa, isto inclui:

- Adotar um nível mais direto de automação, revertendo do direcionamento gerenciado pelo FMS para o direcionamento selecionado (ou seja, modos e alvos selecionados)
- Selecionar um modo lateral ou vertical mais apropriado

Reverter para voo manual para um controle direto das trajetórias verticais e laterais da aeronave.



#### 4.2.8 Pratique o compartilhamento de tarefas e back up mútuo

O compartilhamento de tarefas, a verificação cruzada eficiente e o backup mútuo devem ser praticados em todas as fases das operações em solo e em voo, em operação normal ou em condições anormais / de emergência.

Os procedimentos de emergência, anormais e normais (ou seja, checklists normais) devem ser realizados de acordo com o Manual de Referência (QRH).

## 4.3 Princípios básicos da operação normal

### 4.3.1 Decidir a automação

Durante as operações de linha, os modos superiores devem estar acoplados ao longo de todo o voo, especialmente em condições atmosféricas limites ou ao operar em um local familiar ou com os passageiros a bordo.

Ao operar em boas condições ambientais, a tripulação de voo pode escolher voar manualmente para manter a capacidade de voar.

Em aeronaves altamente automatizadas, é importante garantir que os modos superiores tenham sido configurados e acoplados corretamente. Ambos os membros da tripulação devem ser envolvidos:

- Pré-configurar o parâmetro usando o APCP;
- Fazer a verificação cruzada da configuração;
- Acoplar ou armar o modo AFCS;
- Verificar se os modos corretos estão acoplados/ativados no FMA;
- Chamar quando o modo ativado mudar para acoplado ou desativado;
- Chamar quando o modo conectado mudar para desacoplado;
- Monitorar se resposta da aeronave é a esperada.

É bastante permissível para o PM configurar e acoplar os modos na instrução do PF.

### 4.3.2 Acoplar a automação

Antes de acoplar os modos superiores, assegurar que os modos acoplados estejam configurados nas referências pré-selecionadas desejadas; se não, selecione o(s) modo(s) apropriado(s).

### 4.3.3 Interface com a automação

Ao fazer interface com a automação, para a ativação/seleção de modos e para entradas dos alvos de direcionamento, aderir as seguintes regras de uso (regras derivadas das lições aprendidas com a análise dos fatores operacionais e humanos dos eventos operacionais):

- Estar ciente de quem está no comando: PF com as mãos nos comandos **ou** automação com o PF próximo aos comandos (automação de monitoramento do PF/PM);
- Antes de qualquer ação no APCP nos punhos de comando, verificar se o botão é o correto para a função desejada;
- Depois de cada ação no APCP ou nos punhos de comando, verificar o resultado desta ação no FMA e no PFD/NAVD;
- Anunciar todas as mudanças de acordo com as Chamadas Padrão, como definido nos SOPs;
- Durante a descida, assegurar que a altitude selecionada não está abaixo do MEA ou do MSA
- Preparar o FMS para a chegada antes de começar a decida; Reprogramar o FMS durante uma fase crítica do voo (ex.: em aproximação final de heliponto ou local de EMS) não é recomendado, exceto para ativar o plano de voo secundário, se preparado, ou para selecionar uma nova aproximação;
- Em caso de uma mudança de rota (ex.: DIR TO), fazer a verificação cruzada do novo waypoint do TO ante de ativar o DIR TO (ou seja, assegurar que o waypoint do TO já não esteja atrás da aeronave).
- Antes de acoplar o modo NAV, assegurar que o waypoint ativo correto (ou seja, waypoint de TO) é exibido no FMS e no NAVD
  
- Antes de armar o modo APPR, assegurar que o ILS foi corretamente ligado e identificado e que a

aeronave:

- ✓ Está dentro do envelope de captura do ILS (símbolos de desvio LOC e G/S corretamente exibidos);
- ✓ Está em uma proa de intercepção do LOC;
- ✓ Foi liberada para aproximação.

#### 4.3.4 Supervisionar a automação

Supervisionar a automação é observar os displays e as indicações do posto de pilotagem para garantir que a resposta da aeronave seja compatível com as seleções de modo e com as entradas de alvo do direcionamento, e que a altitude, velocidade e trajetória da aeronave sejam compatíveis com as suas expectativas, ou seja:

- Durante as fases de captura, observar a centralização progressiva dos símbolos de desvio (ou seja, durante a captura do localizador e do “glideslope”).

Aumentar o monitoramento da automação durante as fases de captura - e fazer a verificação cruzada com os dados brutos, se aplicável permite a detecção precoce de uma falsa captura ou da captura de um feixe incorreto (ex.: ILS em modo de manutenção emitindo um sinal permanente em “glideslope”);

- Não tente analisar ou retificar uma anomalia reprogramando o FMS, até que a trajetória e/ou a velocidade de voo desejadas sejam restauradas
- Em caso de cancelamento sem comando dos modos superiores, acoplar a segunda fonte de navegação antes de tentar uma nova seleção (ex.: ILS2 se o ILS1 tiver sido previamente selecionado) para reduzir a carga de trabalho do PF; ou pilotar a aeronave manualmente até ela seja mantida/reestabilizada na trajetória correta ou que o tempo permita uma pesquisa de panes e reprogramação.



- A qualquer momento, se a aeronave não seguir a trajetória e/ou a velocidade desejada de voo, não hesitar em reverter para um nível mais direto de automação, ou seja:
  - ✓ Reverter dos modos gerenciados pelo FMS para os modos selecionados;
  - ✓ ou desconectar os modos superiores;
  - ✓ ou voar a aeronave manualmente, usando dados brutos ou visualmente (se em VMC).

#### **4.4 Princípios básicos específicos para condições anormais e de emergência**

Os seguintes princípios adicionais podem dar assistência à tripulação em sua tomada de decisão quando em condições anormais ou de emergência e também ao enfrentar uma condição ou circunstância que esteja além do escopo dos procedimentos publicados.

##### **4.4.1 Entender as condições que prevalecem antes de agir**

Decisões incorretas frequentemente são o resultado do reconhecimento e identificação incorretos das condições reais prevalecentes.

##### **4.4.2 Avaliar os riscos e a pressão do tempo**

Tire um tempo para ganhar tempo:

- Atrasando as ações, quando possível (ex.: durante a decolagem e a aproximação final); e/ou
- Solicitando a inserção de um padrão de espera ou solicitando vetores de atraso (como apropriado).

##### **4.4.3 Revisar e avaliar as opções disponíveis**

Considerar as condições do clima, a preparação da tripulação, a proximidade do aeródromo e a autoconfiança ao selecionar a opção preferida.

Incluir todos os tripulantes e o Controle de Tráfego Aéreo (ATC), se necessário, nesta avaliação (se aplicável).

Considerar todas as implicações antes de decidir e planejar as contingências.



#### 4.4.4 Combinar a resposta à situação

Uma condição de emergência requer uma ação imediata (isto não significa uma ação apressada), considerando que condições anormais podem causar um atraso na ação.

#### 4.4.5 Gerenciar a carga de trabalho

Utilizar o nível correto de automação para a tarefa e as circunstâncias. O uso de um direcionamento selecionado, quando apropriado, diminuirá significativamente a carga de trabalho gerada pela situação anormal/de emergência.

#### 4.4.6 Aplicar os procedimentos recomendados e outras ações acordadas

Entender a razão e as implicações de qualquer ação antes de agir e verificar o(s) resultado(s) de cada ação antes de continuar para a próxima etapa.

Tomar cuidado com ações irreversíveis (ou seja, aplicar uma confirmação rígida e fazer uma verificação cruzada antes de agir).

Os pilotos devem consultar as políticas de automação do fabricante, os manuais de voo e outros documentos de referência que trarão informações específicas do fabricante do equipamento original.



PRINCÍPIOS BÁSICOS	
<b>1</b>	Helicópteros automatizados podem ser pilotados como qualquer outro helicóptero
<b>2</b>	Voar, Navegar, Comunicar – nesta ordem
<b>3</b>	Um piloto voando todo o tempo
<b>4</b>	Fazer a verificação cruzada do FMS
<b>5</b>	Conhecer seu FMA todo o tempo
<b>6</b>	Quando as coisas não acontecerem como esperado, assumir o comando
<b>7</b>	Usar o nível apropriado de automação para a tarefa
<b>8</b>	Praticar o compartilhamento de tarefas e apoiar uns aos outros

## REFERÊNCIAS

EASA Safety Information Bulletin (SIB) No. 2010-33R1 Automation Policy - Mode Awareness and Energy State Management, divulgado em 26 de junho de 2015.

EASA Automation Policy Bridging - Design and Training Principles, maio de 2013.

Flight Operations Briefing Notes Airbus/Standard Operating Procedures/Optimum Use of Automation, julho de 2006.

Flight Operations Briefing Notes Airbus/Standard Operating Procedures/Operating Philosophy, setembro de 2006.

Flight Operations Briefing Notes Airbus/Standard Operating Procedures/Operations Golden Rules, janeiro de 2004.

Flight Operations Briefing Notes Airbus/Standard Operating Procedures/Standard Calls, março de 2004

ICAO circular 234-AN/142, operational implications of automation in advancedtechnology flight decks, 1992.

EASA Safety Information Bulletin (SIB) No. 2010-33R1 Automation Policy - Mode Awareness and Energy State Management, divulgado em 26 de junho de 2015.

## APÊNDICE 1

A EASA publicou diferentes SIBs para aviões, e várias recomendações podem ser adaptadas como se segue:

As operadoras aéreas podem ser encorajadas a fornecer uma Política de Automação com base na cultura da empresa, frota da aeronave e tipos de operações.

A Política de Automação deve ser integrada ao Manual de Operações, que deve conter os procedimentos de voo. Um destes procedimentos deve ser relacionado ao uso do piloto automático e de todos os sistemas de automação relevantes.

Recomenda-se que os operadores preparem sua Política de Automação em cooperação com os fabricantes do helicóptero. A Política de Automação deve tratar em particular dos seguintes tópicos:

- o Filosofia
- o Níveis de automação
- o Conscientização situacional
- o Comunicação e coordenação
- o Verificação
- o Monitoramento do sistema e da tripulação
- o Carga de trabalho e uso do sistema

A filosofia principal é “**PILOTAR A AERONAVE**”. Este princípio deve formar a base da Política de Automação.

Assegurar que o tópico da Política de Automação seja regularmente reforçado nos procedimentos operacionais, incluindo os procedimentos de emergência de voo manual e os programas de treinamento, e revisar regularmente a Política de Automação e os procedimentos operacionais relacionados para uma melhoria contínua da segurança.

## APÊNDICE 2

**Nota aos leitores:** O cenário descrito abaixo foi baseado no uso de automação do helicóptero H225. Para informações mais precisas, consultar o Manual de Operação da Tripulação de Voo (FCOM) do H225.

Não é possível criar um cenário genérico para o uso da automação porque cada aeronave tem seu próprio design, com modos superiores e proteções associadas específicos. Portanto, é possível entender a filosofia geral da interação com a automação de acordo com as fases de voo.

Cada operador deve desenvolver seus próprios SOPs de automação. O seguinte cenário pode ajudar a alcançar este objetivo.

### ***Cenário de exemplo***

- Decolagem usando um perfil CAT A e desempenho de classe 1 de um aeródromo com um teto de 300 pés, visibilidade de 500m, vento de 320/10 kt, na chuva
- SID: pista de subida para 300 pés AMSL
- Em rota para plataforma offshore
- Pouso em plataforma offshore usando a Aproximação de Radar Aéreo (ARA)
- Decolagem da plataforma offshore
- Retorno ao aeródromo, vetor de radar para o ILS

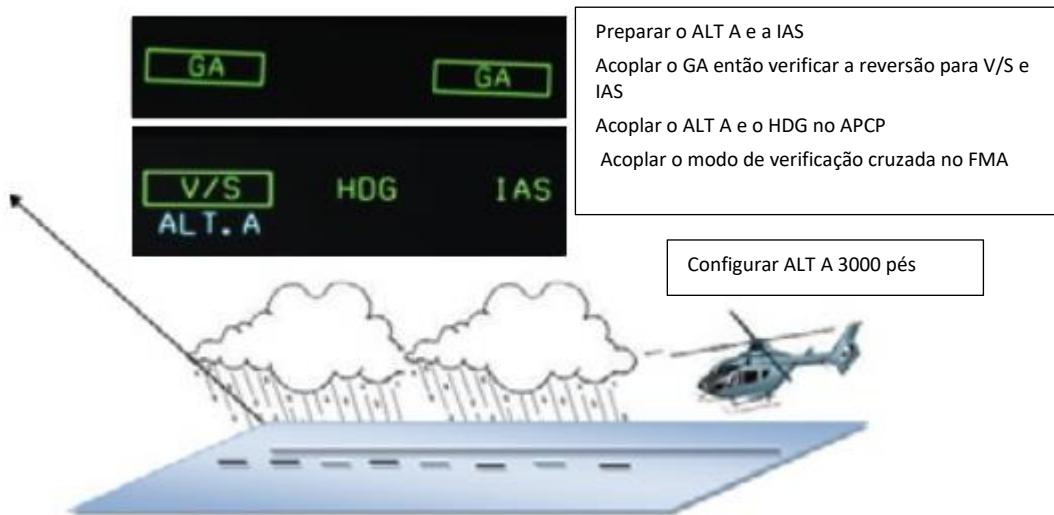
### ***Fase de decolagem***

Os modos superiores a serem apresentados antes da decolagem são o IAS e a aquisição de altitude ALT A. Depois da decolagem, antes de acoplar a ALT A, as configurações devem ser verificadas para garantir que nenhuma mudança tenha sido feita na pré-seleção. Certificar-se de que a ALT A exibida no lado do PF e do PM é consistente. O PF/PM deve monitorar a subida/descida até que a aeronave esteja estável na altitude desejada e realizar chamadas antes de alcançar a altitude requisitada para verificar a conexão ALT e subsequente resposta da aeronave.

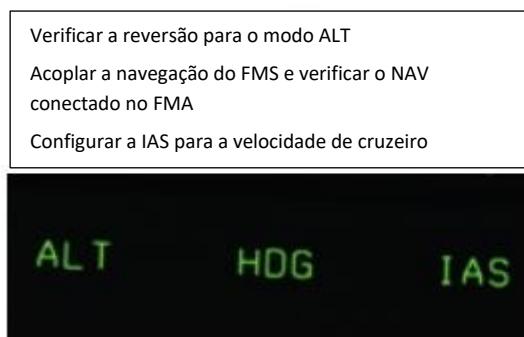
Na decolagem e na partida, quaisquer que sejam as pré-configurações, para a conexão dos modos deve-se priorizar os modos verticais e longitudinais, acoplando o modo GA. Então, no tempo apropriado, o modo lateral deve ser acoplado.

Para acoplar os modos laterais e verticais depois da decolagem, o procedimento recomendado é usar o botão de GA do coletivo. Ele permite pilotar com as mãos nos comandos, gerenciando a prioridade entre os modos verticais e laterais e evitando erros na pré-configuração do V/S e da IAS.

Fase de voo	Deveres do PF	Deveres do PM
Antes do T/O	Preparar o ALT A e a IAS	Verificar os valores configurados
Depois de passar o TDP	acoplar o GA e manter as mãos próximas aos controles (abaixo de 200 pés), configurar o passo coletivo para garantir que o MTOP foi alcançado.	Chamar “GA acoplado” no passo coletivo Verificar a reversão para o V/S no coletivo e IAS no passo
Ao estabelecer em subida	confirmar a preparação do ALT A, então pressionar o ALT A, acoplar o modo lateral (HDG ou NAV)	chamar “ALTA armado” chamar “HDG ou NAV conectado”



### Voo de cruzeiro



A configuração padrão de potência de cruzeiro para o H225 é o voo de Potência Contínua Máxima (MCP) acoplada em 4 eixos. Isto permite ao sistema controlar a potência para prevenir sobretorque (por exemplo, no caso de formação de gelo).

Em condições turbulentas com mais do que uma ativação muito ocasional do aviso sonoro, reduzir a IAS a fim de evitar qualquer incursão da variação transiente de potência até que a turbulência se acalme.

Caso contrário, em voo de cruzeiro, desacoplar a IAS e aplicar a potência desejada (em caso de OEI, o sistema reverterá automaticamente no modo de quatro eixos).

#### ***Aproximação de plataforma offshore usando Radar Aéreo (ARA)***

- Uso dos modos longitudinais do AFCS

O voo todo deve ser feito com a IAS acoplada e gerenciado, de preferência, pelo PF através do beep trim do cíclico. Dentro de 2nm, a IAS mínima deve ser de 60 kt e a velocidade máxima em relação ao solo deve ser de 70 kt.

- Uso dos modos laterais do AFCS

É permitível acoplar a aeronave ao FMS até que o Ponto de Inicialização de Compensação (OIP) seja alcançado (1,5 nm), mas a trajetória de voo deve ser monitorada usando o radar meteorológico e o NDB (onde apropriado). O modo NAV (FMS) deve ser revertido para HDG se a trajetória se desviar do FAT desejado.

- Uso dos modos verticais de AFCS

A tripulação deve usar o ALT.A sempre que descer até uma altitude ou MDH liberado ou previamente anunciado, e os dois pilotos devem realizar uma verificação cruzada para saber se as configurações corretas foram feitas. Se necessário, a fim de gerenciar uma descida contínua, a V/S deve ser ajustada usando o trim do coletivo (a velocidade vertical não é ajustável com o modo CR.HT acoplado).

O ALT.A deve ser configurado para o MDH ou arredondado para os 50 pés mais próximos acima (ex.: ALT.A configurado em 650 pés para MDA a 620 pés). Se necessário, uma vez que o ALT tenha sido capturado, o índice ALT deve ser ajustado com o beep do coletivo, de preferência pelo PF.

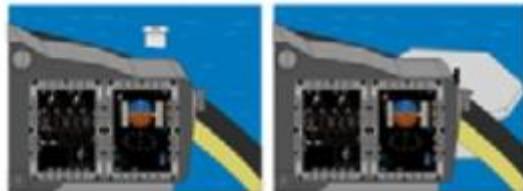
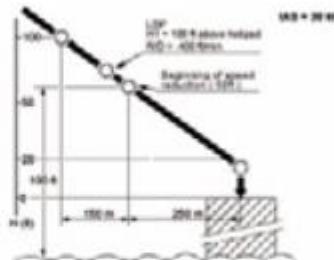
- Uso do AFCS depois de atingir o Ponto de Inicialização de Compensação (OIP) para o MAP

Antes de atingir o OIP, os modos ativos são o ALT, o ANAV ou o HDG e a IAS. No mais tardar, pelo OIP, o PM deve acoplar o HDG. Recomenda-se manter os modos acoplados, mantendo as referências visuais, permitindo uma transição para voo manual para um pouso seguro.

No FMS, criar uma descontinuidade na perna ou uma rota alternativa pode ajudar em caso de aproximação perdida.

- Uso do AFCS para pouso

A manobra a partir do MAP para o heliponto deve ser gerenciada utilizando modos superiores de 4 eixos com o ALT-HDG-IAS acoplado. Ajustar o ALT, HDG e IAS através dos “beep trims” enquanto mantém as referências visuais, permitindo uma transição para voo manual para um pouso seguro.



Configurar ALT A para MDH, faça a verificação cruzada do acoplamento do modo no FMA

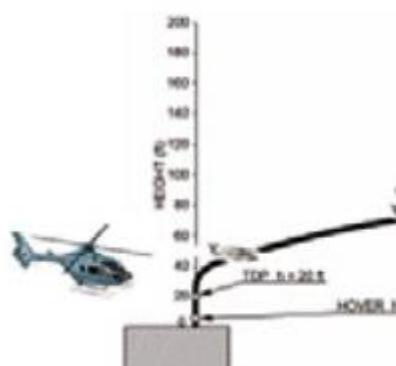
Do OIP ao MAP: fazer a verificação cruzada dos modos superiores ALT, HDG e IAS conectados

Do AMP para o heliponto: quando as referências visuais forem obtidas, desacoplar os modos superiores, voo manual



Fase de voo	Deveres do PF	Deveres do PM
Antes do OIP	Pré-configurar a IAS (não abaixo de 60 kt) e ALT A (MDH) armar ALT A	Verificar os valores configurados Informar "ALTA armado" Verificar a reversão para ALT Informar "ALT acoplado"
<b>Do OIP para o MAP</b>	Acoplar HDG	Informar "HG conectado"
Do MAP para o heliponto	Quando as referências visuais forem obtidas, desacoplar os modos superiores	Informar "modos superiores desconectados"

### Decolagem da plataforma offshore



No heliponto, configurar ALT A para voo de cruzeiro e verificar a navegação do FMS

Realizar a decolagem em voo manual sem o modo superior

No RP, o PF adota a mudança de altitude picada de 15º

Após ultrapassar a borda da plataforma, acoplar GA

Quando estabelecido na subida, pressionar ALT A e NAV.



Na decolagem e na partida, quaisquer que sejam as pré-configurações, para o acoplamento dos modos deve-se priorizar os modos verticais e longitudinais, acoplando o modo GA. Então, no tempo apropriado, o modo lateral deve ser acoplado.

Para acoplar os modos laterais e verticais depois da decolagem, o procedimento recomendado é usar o botão GA do coletivo. Ele permite pilotar com as mãos nos comandos, gerenciando a prioridade entre os modos verticais e laterais e evitando erros na pré-configuração de V/S e de IAS.

Fase de voo	Deveres do PF	Deveres do PM
Antes do T/O	Pré-configurar a IAS e o ALT A	Verificar os valores configurados
Em voo pairado a 5 pés, o rotor inclina ao bordo do heliponto	Acoplar GSPD	Informar "GSPD conectado"
T/O (subida vertical entre 400 e 500 pés por minuto)	No Ponto de Rotação (RP), adotar a mudança de altitude picada de 15º, depois de liberar o bordo do piso, pressione GA e mantenha as mãos próximas aos comandos (abaixo de 200 pés) para garantir que uma altitude picada adequada e que o MTOP seja alcançado	Informar "GA acoplado" no coletivo e no cílico Verificar a reversão para V/S em coletivo e IAS no cílico
Estabelecido em subida	pressionar ALT.A e acoplar o modo lateral (HDG ou ANAV)	Informar "ALT armado"  Informar "HDG ou ANAV acoplado"

### Aproximação ILS

- Uso dos modos verticais do AFCS

A tripulação deve usar o ALT A sempre que descer até uma altitude ou nível de voo liberado ou previamente anunciado, e os dois pilotos devem realizar uma verificação cruzada para saber se as configurações corretas foram feitas.

A tripulação deve usar o ALT.A para gerenciar a descida até o MSA e então para a altitude requisitada para interceptar o ILS. Se necessário, uma vez que o ALT tiver sido capturado, o índice ALT pode ser ajustado para mudanças menores de 300' com o beep do coletivo, preferencialmente pelo PF.

- Uso dos modos laterais de AFCS

A chegada, o circuito de espera, a navegação para o IAF e aproximação perdida devem ser pilotados com o modo NAV acoplado à base de dados do FMS.

- Uso dos modos longitudinais AFCS

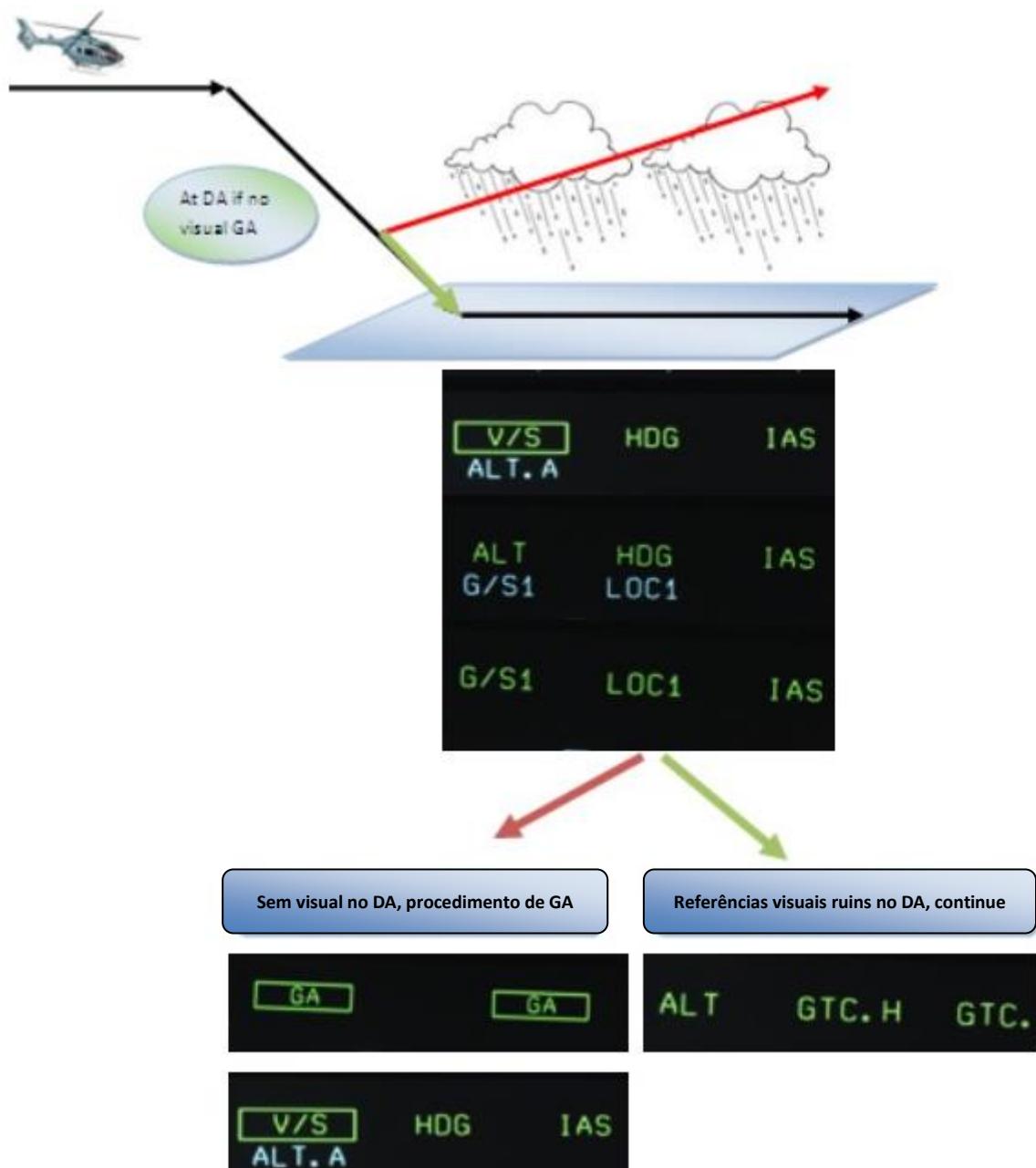
A aproximação toda deve ser feita com o modo IAS acoplado. Para a aproximação final, sem qualquer solicitação do Controle de Tráfego Aéreo (ATC), a IAS recomendada é de 100 kt em uma aproximação CATA e 90 kt em uma aproximação CATH.

- Uso do AFCS depois de atingir o DA para linha reta no pouso

Ao atingir o DA, os modos ativos são GS, LOC e IAS. A aeronave está geralmente próxima ao solo e as referências visuais são confirmadas. Todavia, visto que o parâmetro pertinente é o RVR, há a possibilidade de um Ambiente Visual Degradado (DVE) com pouca conscientização situacional associada. Consequentemente, recomenda-se manter os modos acoplados, reduzindo a IAS para aproximadamente 40 kt a 100 pés através do beep trim do cílico, mantendo as referências visuais de forma a permitir uma transição para o voo manual para um pouso seguro.

Em um ambiente visual ruim (chuva forte, noite, etc.), voar em GS, LOC e IAS até aproximar de 80 pés. Em uma altitude dependente de velocidade vertical acima de 80 pés, o modo ALT se acopla automaticamente para alcançar o voo nivelado a 80 pés AGL. Ao voar em ALT, LOC e IAS, o modo ALT pode ser gerenciado a 30 pés AGL (configuração mínima de ALT) utilizando o beep trim do coletivo. Também é possível acoplar o GPSD para gerenciar a aquisição automática de voo pairado.

Fase de voo	Deveres do PF	Deveres do PM
Antes do IAF	Pré-configurar o ALT.A para liberação de ATC e acoplar ALT A  Monitorar NAV acoplado ao FMS	Informar “ALT.A armado” e a reversão para o ALT  Informar “ALT acoplado”  Monitore o NAV acoplado ao FMS
Entre o IAF e o DA	ILS acoplado, verificar LOC e G/S armado e, em seguida, acoplado	Informar “Loc e G.S armado”  Informar “Loc acoplado”  Informar “G/S acoplado”
Depois do DA	Em um ambiente visual ruim, verificar a reversão para o modo ALT.  Configurar ALT e IAS de acordo  No limiar da pista, acoplar o GPSD	Informar “ALT acoplado”  Informar “GPSD acoplado”



## APÊNDICE 3

Exemplo de painel de controle do AFCS:



O FMA é exibido na parte superior do lado do piloto e do copiloto do FNDs

	Eixo do coletivo	Eixo de guinada / rolagem	Eixo de arfagem
Modos acoplados ou capturados	XXX	XXX	XXX
Modos armados	XXX	XXX	XXX



## NOTAS

# IMPRESSÃO

## ***Termo de isenção de responsabilidade:***

As visões expressas nesta brochura são de exclusiva responsabilidade da EHEST. Todas as informações fornecidas são de natureza geral e não têm a intenção de tratar de circunstâncias específicas de qualquer indivíduo ou entidade em particular. Seu único objetivo é fornecer orientação sem afetar de forma alguma as condições das disposições legislativas e regulatórias adotadas oficialmente, incluindo Meios Aceitáveis de Materiais de Orientação e Conformidade. Ela não tem o propósito de ser vista de forma alguma como garantia, representação, obrigação, comprometimento contratual ou outro comprometimento vinculativo com a lei sob a EHEST, suas organizações participantes ou afiliadas. A adoção de tais recomendações está sujeita a comprometimento voluntário e só envolve a responsabilidade daqueles que endossam estas ações.

Consequentemente, a EHEST e suas organizações participantes ou afiliadas não expressam ou implicam em nenhuma garantia ou assumem qualquer responsabilidade pela precisão, completude ou utilidade de qualquer informação ou recomendação inclusa nesta brochura. Na extensão permitida pela lei, a EHEST e suas organizações participantes ou afiliadas não serão responsabilizadas por nenhum tipo de danos ou outras reivindicações ou demandas decorrentes de ou em conexão com o uso, cópia ou exposição desta brochura.

## ***Créditos das fotos:***

Foto da capa: Airbus Helicopters.

Fotos de documentos: Airbus Helicopters, AugustaWestland, EASA.

## ***Detalhes de contato para perguntas:***

Equipe Europeia de Segurança de Helicóptero

E-mail: [ehest@easa.europa.eu](mailto:ehest@easa.europa.eu), [www.easa.europa.eu/essi/ehest](http://www.easa.europa.eu/essi/ehest)

## ***Faça o download das brochuras anteriores:***

**Brochura de Treinamento EHEST HE1 - Considerações de segurança**

<http://easa.europa.eu/HE1>

**Brochura de Treinamento EHEST HE2 – Piloto de helicóptero**

<http://easa.europa.eu/HE2>

**Brochura de Treinamento EHEST HE 3 – Operações em local de pouso fora de aeródromo**

<http://easa.europa.eu/HE3>

**Brochura de Treinamento EHEST HE 4 – Tomada de decisão**

<http://easa.europa.eu/HE4>

**Brochura de Segurança EHEST HE 5 - Gerenciamento de Riscos em Treinamento**

<http://easa.europa.eu/HE5>

**Brochura de treinamento EHEST HE 6 - Vantagens de simuladores em Treinamento de voo em helicóptero**

<http://easa.europa.eu/HE6>

**Brochura de treinamento EHEST HE 7 - Técnicas para operação de helicóptero em terrenos íngremes e montanhosos**

<http://easa.europa.eu/HE7>

**Brochura de treinamento EHEST 8 - Princípios do Gerenciamento de Ameaças e Erros (TEM) para pilotos, instrutores e organizações de treinamento em helicópteros**

<https://easa.europa.eu/HE8>

Setembro de 2015

## EUROPEAN HELICOPTER SAFETY TEAM (EHEST)

Componente da ESSI

**Agência Europeia de Segurança na Aviação (EASA)**  
Departamento de Análise de Segurança e Departamento  
de Pesquisa Ottoplatz 1, 50679 Köln, Alemanha

E-mail [ehest@easa.europa.eu](mailto:ehest@easa.europa.eu)  
Site [www.easa.europa.eu/essi/ehest](http://www.easa.europa.eu/essi/ehest)

