

**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
CMSE - CAVEx**  
BATALHÃO DE MANUTENÇÃO E SUPRIMENTO DE AVIAÇÃO DO  
EXÉRCITO

SUBSEÇÃO DE VÔO TÉCNICO

**CAMPANHA DE CERTIFICAÇÃO PROVISÓRIA – NVIS FENNEC  
- RELATÓRIO DE ENSAIO -**

15 Dez 2006

**Elaborado por:**

Marcelo Ricardo **CIOLETTE** – Maj Cav  
Piloto de Provas de Helicópteros

**CARLOS** Eduardo de Oliveira – Cap QEM  
Engenheiro de Provas de Helicópteros

**Aprovado por:**

Luiz Henrique Garcez **LOTUFO** – Maj Cav  
Presidente da Comissão p/ Realização dos Vôos de Ensaio da EB 1036



## **1 - INTRODUÇÃO**

Os ensaios para avaliação do desempenho do Sistema de Imageamento de Visão Noturna (Night Vision Imaging System – NVIS) instalado na aeronave AS 550 A2 “FENNEC” foram realizados por determinação do Comandante de Aviação do Exército, instaurando para tal, no boletim interno nº 131/CAVEx, de 4 de dezembro de 2006, a comissão para realização dos vôos de ensaio da aeronave EB 1036. Esta determinação teve por objetivo responder os questionamentos da DMAvEx constantes no ofício nº 2006.245-Sec Tec, de 17 de novembro de 2006. Os ensaios foram conduzidos pelos integrantes da Subseção de Vôo Técnico do Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército, auxiliados pelo Maj QEM Servilha, da DMAvEx e coordenados pelo Maj Cav Lotufo, presidente da comissão. Os ensaios foram realizados com a aeronave EB 1036 entre os dias 27 de novembro e 01 de dezembro de 2006, sendo que os vôos foram realizados na região da cidade Taubaté - SP, área restrita SBR – 416 e aeródromo de SBTA. O HA-1 (AS 550 A2) é um helicóptero leve, monorotor tripá, com rotor de cauda bipá convencional e projetado pela empresa EUROCOPTER. É equipado com um motor ARRIEL 1D1 de 650 SHP, e tem capacidade para seis passageiros, incluindo tripulação. A aeronave EB 1036, alocada para o ensaio, é representativa de série, no que tange à iluminação NORMAL, e é o protótipo do projeto do Sistema de Imageamento de Visão Noturna para as aeronaves FENNEC da Aviação do Exército.

## **2 - OBJETIVOS**

### **2.1 - Objetivo Geral**

O objetivo geral dos ensaios foi avaliar o Sistema de Imageamento de Visão Noturna instalado na aeronave EB 1036 para a certificação provisória, de modo a responder o item 07 do Ofício da DMAvEx nº 2006.245-Sec Tec, de 17 de novembro de 2006.

### **2.2 - Objetivos Específicos**

#### **2.2.1 - Mockup inspection**

Verificar o cumprimento do item 3.3.1 ao item 3.3.15 da Especificação Técnica nº 01/02, de 16 Jul 2002 (Rev. 04 de 2004) do contrato nº 148/2004 – DLog/DMAvEx e a adequabilidade ao cumprimento de missões utilizando o OVN.

#### **2.2.2 - Iluminação interna**

Verificar o cumprimento do item 3.5.1 ao item 3.5.16 da Especificação Técnica nº 01/02, de 16 Jul 2002 (Rev. 04 de 2004) do contrato nº 148/2004 –

DLog/DMAvEx e quantificar a influência da modificação da iluminação na carga de trabalho da tripulação.

#### 2.2.3 - Iluminação externa

Verificar o cumprimento do item 3.4.1 ao item 3.4.6 da Especificação Técnica nº 01/02, de 16 Jul 2002 (Rev. 04 de 2004) do contrato nº 148/2004 – DLog/DMAvEx.

#### 2.2.4 - Segurança de voo

Levantar objetivamente os aspectos de segurança de voo que possam impedir ou limitar o uso do Sistema, mesmo em caráter provisório.

Apresentar o envelope de voo utilizável, considerando os aspectos de segurança e desempenho do sistema nas atuais condições do projeto, definindo as possíveis restrições ao envelope.

### 3 - CONDIÇÕES RELEVANTES

#### 3.1 - Descrição do Item Ensaiado

##### 3.1.1 - Aeronave

O AS 550 A2 é um helicóptero leve, monorotor tripá, com um rotor de cauda bipá convencional e projetado pela empresa EUROCOPTER. É equipado com um motor ARRIEL 1D1 de 650 SHP, e tem capacidade para seis passageiros, incluindo tripulação. A aeronave EB 1036 alocada para o ensaio é representativa de série e, excetuando-se um re-cheque do torque das derivas, que foi realizado durante os ensaios, a sua manutenção encontrava-se em dia e não apresentava discrepâncias que pudessem influenciar nos resultados dos ensaios.

##### 3.1.2 - NVIS

O NVIS foi projetado para possibilitar que a aeronave opere em dois modos de operação: visível compatível e normal.

A modificação foi feita tanto na iluminação interna da cabine como na iluminação externa da aeronave, sendo utilizada uma “Control Box” para comandar os modos de operação e controlar o modo visível compatível.

A modificação interna consiste na iluminação primária e na secundária. A primária é feita por meio de 4 (quatro) “LED FLOODLIGHTS” localizadas na borda da pala do painel (Glareshield) e a secundária é feita por meio de 2 “LED FLOODLIGHTS” dispostas uma de cada lado do projetor de teto.

Foram empregados filtros de cobertura rebatíveis nos displays eletrônicos dos equipamentos de rádio-navegação e rádio-comunicação, à exceção do ARC 182 que está permanentemente compatibilizado. Os filtros empregados em todos estes equipamentos foram do tipo verde “A” (Green “A”).

Estão permanentemente compatibilizados os seguintes componentes / equipamentos:

- Luzes de cabine, sendo que em todas as luzes do lado esquerdo da aeronave foi empregado filtro NVIS branco (NVIS “white”);
- Indicador de carga do gancho (iluminação);
- Bússola magnética (iluminação);
- Indicador de temperatura (iluminação);
- Caixa de controle do armamento (filtro);
- UCAH (iluminação interna);
- Painéis iluminados dos equipamentos de comunicação e rádio-navegação, das caixas de ICS e da UCAH; e
- Indicador de Ng ( $\Delta Ng$ ) – (filtro).

Quando a chave da iluminação interna é comutada de “NORM” para “NVG” a iluminação interna normal dos instrumentos da última linha do painel de instrumento se apaga e são inibidas eletronicamente as “RAMP LIGHTS” e o projetor de teto. As “FLOODLIGHTS” da pala e do projetor podem ser acesas e controladas cada uma por um knob de ajuste de brilho, localizados na “Control Box”. O restante da iluminação interna permanece sendo controlada pelos reostatos da aeronave, localizados no lado superior direito do painel de instrumentos.

A modificação da iluminação externa consiste na instalação de luzes de formação e anti-colisão infravermelho (IR), na diminuição da intensidade das luzes de posição, na instalação de um farol de busca retrátil IR e na instalação de guardas no painel de “push buttons”.

As luzes de formação e anti-colisão IR são comandadas por uma única chave na “Control Box”, passando-a da posição “NORM” para “IR”. Desse modo, ao serem acionadas no painel de “push buttons” as luzes formação e anti-colisão acenderão no modo IR. As luzes de posição, quando a chave de comutação localizada na “Control Box” é alterada da posição “BRT” (bright) para “DIM” (dimada), têm seu brilho reduzido por meio de uma “Dimming Box” instalada próximo aos pedais do 1P. O modo IR do farol de busca é disponibilizado quando se posiciona a respectiva chave da “Control Box” da posição “NORM” para “IR”, sendo que as chaves de acionamento e posicionamento são as mesmas utilizadas pelo farol de busca normal da aeronave.

### **3.2 - Configuração de Ensaio**

Os ensaios foram realizados na configuração lisa e com portas fechadas, sendo que o peso e o CG da aeronave mantiveram-se dentro dos limites operacionais.

A equipe de ensaio utilizou óculos de visão noturna (todos com a sua manutenção em dia) e o Piloto de Provas - (PP) estava equipado com colete de sobrevivência.

### 3.3 - Instrumentação

.....

### 3.4 - Limitações de Ensaio

#### 3.4.1 - Ensaio em Solo

Local da avaliação escurecido o suficiente para que a iluminação ambiente seja menor que  $1,7 \times 10^{-10}$  NR<sub>A</sub> para os ensaios de verificação da iluminação interna e com menos que 1 footcandle de iluminação ambiente para os ensaios de verificação da iluminação externa.

Os avaliadores com a visão adaptada ao ambiente noturno e com o procedimento "Test Lane" realizado na câmara escura antes dos ensaios.

#### 3.4.2 - Ensaio em Vôo

Ensaio realizado em condições visuais.

Avaliadores com a visão adaptada ao ambiente noturno e o procedimento "Test Lane" realizado na câmara escura antes dos ensaios.

H<sub>min</sub> = 300 pés (diurno)

400 pés (noturno) em rota (Radar Altímetro).

#### 3.4.3 - Da Aeronave de Ensaio

As limitações da aeronave de ensaio são as constantes da Seção 2 – Limitações de Operação, do Manual de Vôo da Aeronave.

### 3.5 - Métodos de Redução de Dados

.....

1. O método de ensaio utilizado para avaliar a ergonomia do NVIS foi o seguinte:

#### a. **Aeronave no solo**

Os avaliadores sentados nos postos de pilotagem do piloto e co-piloto, utilizando luvas, capacetes e colete de sobrevivência com cintos presos e suspensórios travados devem avaliar:

⇒ Quantas caixas de comando existem no sistema;

⇒ Acessibilidade a TODOS os comandos e controles da (s) caixa (s) de iluminação;

⇒ Se existem dispositivos de proteção das "switches" da (s) caixa (s) de iluminação;

⇒ Se os comandos e controles de iluminação possuem agrupamento lógico;

⇒ Facilidade de alternância do modo NORMAL para o modo COMPATÍVEL, se o sistema permitir modos distintos de operação;

⇒ Se existem, quantos e quais são os procedimentos complementares para alternância do modo NORMAL para o modo COMPATÍVEL, se o sistema permitir modos distintos de operação;

⇒ Interferências físicas com o sistema instalado nos vários modos operacionais possíveis (filtros instalados, filtros rebatidos, etc.)

⇒ Operações de embarque e desembarque da aeronave com o sistema configurado nos vários modos operacionais possíveis (filtros instalados, filtros rebatidos, etc.), incluindo o desembarque de emergência;

⇒ Se a caixa de comando ou qualquer outro elemento do sistema (FLOODLIGHTS, Luzes Poste, Bezel, filtros, etc.) constituem:

- Obstáculo ao movimento dos pilotos, focando os movimentos normais de pilotagem;

- Redução ao acesso físico ou visual a outros instrumentos ou equipamentos;

- Obstáculo físico que impeça a comunicação entre os pilotos.

⇒ Legibilidade e visibilidade das legendas dos painéis compatibilizados;

⇒ Legibilidade e visibilidade das legendas dos displays compatibilizados;

⇒ A integração do NVIS com a aeronave:

- Graus de liberdade para movimentos de cabeça com o NVG nas posições operacionais e "STOW" (rebatido), com o visor de tiro na posição de rebatido e operacional.

## **b. Aeronave em vôo**

Durante vôo diurno, vôo visual noturno e vôo com OVN os avaliadores sentados nos postos de pilotagem do piloto e co-piloto devem, a fim de ratificarem ou retificarem os resultados obtidos dos ensaios de solo, avaliar:

.....

⇒ Se a caixa de comando ou qualquer outro elemento do sistema (FLOODLIGHTS, Luzes Poste, Bezel, filtros, etc.) constituem:

- Obstáculo ao movimento dos pilotos durante o vôo;

- Redução ao acesso físico ou visual a outros instrumentos ou equipamentos;

- Obstáculo físico que impeça a comunicação entre os pilotos;
    - ⇒ Legibilidade e visibilidade das legendas dos painéis compatibilizados;
    - ⇒ Legibilidade e visibilidade das legendas dos displays compatibilizados;
    - ⇒ A integração do NVIS com a aeronave:
  - Graus de liberdade para movimentos de cabeça com o OVN nas posições operacionais e “STOW” (rebatido), com o visor de tiro na posição de rebatido e operacional.
- .....

2. O método de ensaio utilizado para avaliar os modos de operação do sistema foi o seguinte:

#### **a. Aeronave no solo**

Com a aeronave dentro do hangar escuro, iluminação interna e externa completamente desligadas. O Piloto de Provas e o Engenheiro de Provas certificam-se que o sistema está configurado (todas as “switches”, “knob’s”, etc) para o modo de operação NORMAL. Realiza-se o seguinte procedimento:

⇒ A equipagem de ensaio verifica o correto funcionamento da iluminação correspondente ao “push button” “INST 1” e anota o resultado.

⇒ A equipagem de ensaio verifica o correto funcionamento da iluminação correspondente ao “push button” “INST 2” e anota o resultado.

⇒ A equipagem de ensaio verifica se o potenciômetro de nº 4 controla corretamente as “ramp lights”, o  $\Delta N_g$ , o termômetro do ar externo, o indicador de carga do gancho, a bússola magnética e os painéis das caixas de ICS.

⇒ Verifica se o potenciômetro de nº 2 controla corretamente o projetor de teto.

⇒ Verifica se o potenciômetro de nº 1 controla corretamente o painel de “push buttons”, os painéis dos equipamentos de rádio navegação (VHF 20B, TDR 90, ADF 60A e VIR 31H), o painel da Control Box e o painel da UCAH.

⇒ Verifica se o potenciômetro de nº 3 controla corretamente os displays dos equipamentos de rádio navegação.

⇒ Verifica se a iluminação NORMAL da aeronave está inalterada ou não.

Com a iluminação interna NORMAL completamente ligada e mantendo a iluminação externa apagada.

⇒ O Engenheiro de Provas - (EP) solicita ao Piloto de Provas – (PP) o acionamento do potenciômetro “COCKPIT LIGHT” da “Control Box” e verificar alguma alteração na iluminação normal.

⇒ O EP solicita ao PP o acionamento do potenciômetro “PROJECTOR LIGHT” da “Control Box” e verificar alguma alteração na iluminação normal.

⇒ O EP solicita ao PP o acionamento da “switch” “NORMNVG” para “NVG” e verificar se TODA a iluminação interna se apaga.

⇒ O EP solicita ao PP o acionamento do potenciômetro “COCKPIT LIGHT” e verificar se a intensidade luminosa das “FLOODLIGHTS” do “Glareshield” (Pala do painel) variam.

⇒ O EP solicita ao PP o acionamento do potenciômetro “PROJECTOR LIGHT” e verificar se a intensidade luminosa das “FLOODLIGHTS” do Projetor de teto variam.

#### **b. Aeronave em vôo**

Para avaliar o requisito Modos de Operação em vôo visual noturno a equipagem de ensaio adota o seguinte procedimento:

⇒ A iluminação interna NORMAL funciona perfeitamente;

⇒ A iluminação externa NORMAL funciona perfeitamente;

⇒ Nenhum instrumento ou equipamento permanentemente compatibilizado inviabiliza a consecução de um vôo visual noturno;

Para avaliar o requisito Modos de Operação em vôo com OVN (iluminação NVIS ligada) a equipagem de ensaio adota o seguinte procedimento:

⇒ A iluminação interna COMPATÍVEL funciona perfeitamente;

⇒ A iluminação externa COMPATÍVEL funciona perfeitamente;

⇒ Nenhum componente do sistema NVIS instalado inviabiliza a consecução de um vôo com OVN;

### **3.6 - Representação/participação com outros órgãos**

Os participantes de outros órgãos foram os seguintes:

#### **3.6.1 - AEROELETRÔNICA/SIRIO PANNEL**

Sr. Luis Criado Salazar

Sr. Carlos Alberto Martins Cano

Sr. Francesco Fabbri

Sr. Leonardo Vettori

Sr. Walter de Castro Barros

#### **3.6.2 - DMAvEx**

Maj QEM Sérgio SERVILHA de Oliveira

### 3.7 - Escalas de Graus Utilizadas

#### 3.7.1 - Escala de graus de aceitabilidade

A escala de graus de aceitabilidade aparece definida como:

- ACEITÁVEL, quando o item avaliado cumpre a missão para a qual foi concebido;

- INSATISFATÓRIO quando o item avaliado (aceitável) cumpre a missão, porém apresenta alguma capacidade reduzida. Alguma melhoria deve ser incorporada ao item avaliado;

- SATISFATÓRIO quando o item avaliado (aceitável) é bom o suficiente para cumprir a missão; nenhuma ou, excepcionalmente, alguma melhoria deve ser incorporada ao item avaliado; e

- INACEITÁVEL quando o item avaliado não cumpre a missão; alguma modificação ou melhoramento tem que ser incorporado ao item avaliado; existe um alto risco de ocorrerem acidentes freqüentes.

#### 3.7.2 - Escala de Graus Cooper-Harper

Para as avaliações de fator humano foi utilizada a escala de graus COOPER-HARPER, descrita na TABELA a seguir:

#### ESCALA HQR – COOPER HARPER

Observação	Grau
Desempenho desejado obtido sem esforço extra de pilotagem	1
Desempenho desejado obtido sem esforço extra de pilotagem	2
Mínimo esforço extra de pilotagem requerido para se obter desempenho desejado	3
Desempenho desejado requer moderado esforço extra de pilotagem	4
Desempenho adequado requer considerável esforço extra de pilotagem	5
Desempenho adequado requer intenso esforço extra de pilotagem	6
Desempenho adequado não obtido dentro dos limites máximos de esforço extra tolerável. A controlabilidade não está em questão	7
Considerável esforço extra de pilotagem é requerido para o controle	8
Intenso esforço extra de pilotagem é requerido para manter a aeronave controlada	9
Controle será perdido durante alguma parte da operação requerida (segurança comprometida)	10

## **4 - RESULTADOS E ANÁLISE**

### **4.1 - Mockup Inspection**

#### **4.1.1 - Ergonomia**

A verificação da ergonomia do NVIS instalado no FENNEC foi realizada nos ensaios de solo e durante a realização de todos os vôos.

Da análise dos resultados obtidos foi possível observar que de uma maneira geral o NVIS possui boa ergonomia e, principalmente, nos quesitos de agrupamento lógico de comandos e controles e de acessibilidade a ambos os pilotos, se apresenta superior à iluminação original do FENNEC. As deficiências encontradas são herdadas do projeto original da aeronave. É o que acontece, por exemplo, com os reostatos de 1 a 4, localizados na parte superior direita do painel de instrumentos, que não estão acessíveis ao copiloto a não ser que ele destrave o suspensório. A maioria das discrepâncias encontradas implica em pequenas compensações dos pilotos que resultam, durante o vôo com OVN, em uma carga de trabalho extra considerada leve.

AINDA QUE SE TRATE DE UM FATOR NÃO ATINENTE AO NVIS INSTALADO NO FENNEC, um fator ergonômico digno de nota é a compatibilidade física do OVN com a aeronave. Foi observado que, com o montante do visor de tiro instalado, a movimentação de cabeça do piloto com o OVN na posição rebatido (STOW) é extremamente comprometida. A utilização de constante compensação para livrar o OVN de choques com o montante produz um aumento de carga de trabalho do piloto, bem como possíveis danos físicos a ele e ao equipamento.

A localização centralizada da "Control Box", sua fácil leitura, bem como seu manuseio simples e lógico permitiria aos pilotos realizar alterações na intensidade luminosa do NVIS, em qualquer fase do vôo, ajustando as condições de brilho para configuração operacional que proporcionasse uma menor fadiga à tripulação. O NVIS instalado no FENNEC permite que os movimentos de cabeça do piloto, para acessar os controles de iluminação ou para visualizar elementos do sistema (painel de alarme, por exemplo), sejam minimizados, diminuindo-se, assim, a possibilidade de vertigem ou de desorientação espacial durante missões de vôo com OVN.

Devido aos problemas de compatibilidade física do OVN com a aeronave, durante uma missão OVN em que a aeronave entrasse inadvertidamente em condições de vôo por instrumentos (IFR) o piloto necessitaria rebater o OVN (posição "STOW"). Se o visor de tiro estivesse instalado haveria um aumento da carga de trabalho do piloto, pois o OVN estaria sempre colidindo com o montante do visor. Esta situação geraria a necessidade de retirar o OVN do capacete para a melhor movimentação de cabeça. Esta situação poderia se repetir em fases do vôo em que, por questões operacionais, a tripulação retomaria a condição de vôo visual noturno, como por exemplo, o retomo da área de instrução, ao se aproximar de uma região com iluminação artificial intensa.

Foi avaliado o requisito de Ergonomia no NVIS instalado na aeronave FENNEC e observou-se que o sistema cumpre o requisito 3.3.1 da Especificação Técnica sendo considerado, nas condições ensaiadas,

SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo visual noturno e para o vôo com OVN.

“DEVEM SER NORMALIZADOS PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS, VISANDO PADRONIZAR A AÇÃO DO PILOTO, EM RELAÇÃO AO POSICIONAMENTO DO OVN, QUANDO EXISTIREM SITUAÇÕES EM QUE O MESMO DEVA SER REBATIDO (POSIÇÃO “STOW”)”.

Enquanto estas deficiências não forem solucionadas ou perfeitamente normalizados os procedimentos operacionais necessários, NÃO PODERÁ OCORRER A OPERAÇÃO COM OVN COM O MONTANTE DO VISOR DE TIRO INSTALADO.

#### 4.1.2 - Modos de Operação

A verificação dos Modos de Operação, do NVIS instalado no FENNEC, foi realizada por meio de uma análise da documentação técnica, de ensaios em solo e durante a realização de todos os ensaios em vôo.

Foi constatado, por meio de uma verificação funcional em solo, e evidenciado durante todos os vôos em condições visuais (diurnos e noturnos) que o sistema instalado possibilita que a iluminação original da aeronave permaneça funcionando normalmente.

Verificou-se também que o NVIS possibilita uma fácil e rápida comutação para o modo infravermelho perceptível e uma operação simples estando neste modo, bem como a comutação deste modo para o modo normal.

.....  
É importante que um sistema de imageamento de visão noturna não restrinja ou mesmo impeça a aeronave de continuar realizando outros tipos de vôo, visto que se tornaria um óbice à operação manter uma frota totalmente dedicada a este fim. Considerando-se que a grande parte do emprego das aeronaves da AvEx é durante o dia, torna-se vital tal condição, para que as aeronaves compatibilizadas possam cumprir normalmente missões diurnas e visuais noturnas previstas nas Normas Operacionais do CAvEx.

Foram avaliados os modos de operação do NVIS instalado na aeronave FENNEC e observou-se que o sistema cumpre o requisito 3.3.2 da Especificação Técnica, sendo considerado, nas condições ensaiadas, SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo diurno, visual noturno e com OVN.

#### 4.1.3 - Operação Noturna

A verificação do requisito de Operação Noturna, do NVIS instalado na aeronave FENNEC, foi realizada por meio de ensaios em solo e durante a realização do vôo com OVN.

Da análise dos resultados obtidos foi possível observar que a iluminação permite que a tripulação obtenha, de forma rápida e precisa, a maioria das informações no interior do “cockpit”, a exceção das seguintes informações: leitura da escala do “RADALT” de 50 a 100 pés; leitura da escala do RMI entre a proa 10° e 20° (considerando-se o 0° a proa da aeronave); leitura da metade inferior dos displays do VHF 20B e do TDR 90 na condição

de filtros abaixados (FLIP DOWN). A faixa sombreada no RMI aumenta levemente a carga de trabalho do piloto para determinar o QDM/QDR ou a Radial/Curso quando ao ponteiro indicador do ADF 60A ou do VIR 31H encontrar-se nessa faixa, visto que se poderá determinar a leitura requerida ou pelo HSI ou pela indicação defasada de 180° da mesma. Já a faixa sombreada na escala do "RADALT" dificulta a leitura do instrumento, fazendo com que seja também necessária uma compensação leve para a determinação da altura da aeronave dentro da citada faixa. Essas compensações realizadas em ambos os instrumentos não afetam diretamente a segurança do vôo ou o cumprimento da missão. De uma maneira geral, o tempo utilizado para realização do cheque cruzado foi reduzido, comparado ao tempo com a iluminação normal, sendo o sistema capaz de permitir ao piloto voltar a sua atenção mais para as informações externas, propiciando um vôo assistido mais voltado a referências externas.

Com relação aos displays dos equipamentos de rádio-navegação já referenciados, os filtros rebatidos impedem a correta leitura dos mesmos. As frequências selecionadas no VHF 20B e os códigos utilizados no TDR 90, apesar de não serem completamente visualizados, não são frequentemente utilizados, sendo o TDR normalmente ajustado somente uma vez e no início do vôo. Já o equipamento de comunicação em VHF tem uma frequência de utilização maior durante o vôo. Ambos os equipamentos podem ser visualizados realizando uma grande compensação, por meio de um amplo movimento do tronco à frente. Esta compensação, quando realizada por um tripulante utilizando OVN ocupando o posto de pilotagem da direita, pode causar danos ao OVN ou ao visor de tiro devido ao choque dos mesmos (se o visor estiver instalado). Esta deficiência pode ser também compensada utilizando-se um segundo piloto que pode, momentaneamente, desviar a sua atenção do ambiente externo para efetivar as mudanças necessárias nestes equipamentos, enquanto o outro piloto permanece nos comandos e atento ao cenário externo.

Da análise dos resultados obtidos e das observações feitas ao longo do vôo, pode-se auferir que a iluminação NVIS não provoca efeito adverso à visão externa assistida.

.....

Em operações noturnas, a carga de trabalho da tripulação já é aumentada função do ambiente (visibilidade reduzida, falta de referências, etc). Soma-se a isso o limitado campo de visão, a reduzida noção de profundidade e os aspectos fisiológicos do vôo com OVN, que proporciona a possibilidade de operar em noites com menor luminosidade que aquelas permitidas para o vôo visual noturno. O resultado disto é um aumento da carga de trabalho do piloto e uma conseqüente diminuição da sua capacidade de durar na ação. O NVIS instalado na aeronave FENNEC mantém essa carga de trabalho naqueles níveis, por assim dizer, normais para o vôo com OVN, pois permite, entre outros fatores, uma rápida e precisa leitura da maioria das informações dos instrumentos do "cockpit". Entretanto, para a leitura dos displays localizados no console central (VHF 20B e TDR 90), mesmo não sendo freqüente a utilização destes equipamentos e considerando a fisiologia do vôo com OVN, um amplo movimento do piloto nos comandos para realizar a troca da frequência/código dos mesmos poderia causar, devido à perda momentânea das referências

externas, desorientação espacial ou vertigens, acarretando em uma situação de perigo.

Doutrinariamente o voo noturno (normal e OVN) é realizado na AvEx com uma tripulação composta por 2 pilotos. No caso em questão, a presença deste segundo piloto é fundamental e proporcionaria a compensação necessária a esta deficiência, mitigando o risco.

Foi avaliado o requisito de Operações Noturnas e o NVIS instalado na aeronave FENNEC cumpre em parte o requisito 3.3.3 da Especificação Técnica sendo considerado, nas condições ensaiadas, INACEITÁVEL para o cumprimento de missões de voo com OVN.

TEM QUE SER sanada a deficiência de visualização, com os filtros abaixados, da metade inferior dos displays do VHF 20B e do TDR 90. Enquanto esta deficiência não for solucionada, TEM QUE CONSTAR NO SUPLEMENTO DO PMV, NA SEÇÃO **LIMITAÇÕES** O SEGUINTE TEXTO:

**“TRIPULAÇÃO MÍNIMA**

**a) Voo com OVN**

**Dois pilotos, ocupando os assentos dianteiros.**

**4.1.4 - Fuga de Luz**

A verificação do requisito Fuga de Luz, do NVIS instalado na aeronave FENNEC, foi realizada nos ensaios de solo e durante a realização do voo com OVN.

- Em solo: Foram observados, de ambos os postos de pilotagem, uma fuga de luz na junção da pala do painel (glareshield) com o pára-brisa da aeronave proveniente da retaguarda do painel de alarme.

- Em voo: nenhuma fuga de luz foi observada.

Um vazamento de luz é altamente indesejável, visto que pode aumentar a carga de trabalho da tripulação na designação de alvos e identificação do ambiente externo. Os resultados obtidos no solo foram retificados no voo com OVN. O vazamento de luz observado no solo é tênue e difuso, não causando perda de acuidade visual no OVN, conforme se observa na tabela acima referenciada. Em voo com OVN, em noite nível 3, a fuga de luz em tela desapareceu, não havendo prejuízo às operações de voo a se reportar.

A ausência de fuga de luz observada no NVIS instalado no FENNEC é a garantia das melhores condições de voo para a tripulação. A ausência de luzes não filtradas vazando garante a manutenção da acuidade do OVN, e por conseqüente, permite aos pilotos a melhor designação de alvos e objetivos em missões de ataque ou reconhecimento.

Foi avaliada a fuga de luz do NVIS instalado na aeronave FENNEC e observou-se que o sistema cumpre o requisito 3.3.10 da Especificação Técnica, sendo considerado, nas condições ensaiadas, SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de voo com OVN.

#### 4.1.5 - Coberturas auxiliares

A verificação do requisito Coberturas Auxiliares, do NVIS instalado na aeronave FENNEC, foi realizada por meio da análise de ensaios laboratoriais, de ensaios em solo e durante a realização de todos os vôos.

Da análise dos resultados obtidos foi possível observar que as coberturas auxiliares, na posição abaixada não interferem na capacidade de intensificação da imagem do OVN, possuindo as características óticas necessárias à operação com este tipo de equipamento (filtragem correta da luz IR, possibilidade da leitura dos displays, ausência de vazamentos de luz, reflexos, etc). Tais coberturas mantiveram-se íntegras durante todos os ensaios não apresentando falhas de qualquer espécie, como delaminação, quebra ou encaixe deficiente.

Foi observado que as coberturas auxiliares instaladas na aeronave FENNEC possuem características óticas e físicas satisfatórias, garantindo à tripulação condições ideais para cumprimento de missões empregando o OVN, sem aumento de carga de trabalho na realização das tarefas previstas.

Foram avaliadas as coberturas auxiliares do NVIS instalado na aeronave FENNEC e observou-se que o sistema cumpre o requisito 3.3.11 da Especificação Técnica, sendo considerado, nas condições ensaiadas, SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo com OVN.

#### 4.1.6 - Operação diurna e noturna

A verificação do requisito Operação Diurna e Noturna do NVIS instalado na aeronave FENNEC, foi realizada por meio de ensaios em solo e durante a realização de todos os vôos.

Da análise dos resultados obtidos foi possível observar que o NVIS instalado na aeronave FENNEC permite o vôo visual noturno, apresentando algumas deficiências para o vôo diurno. Por ocasião dos vôos diurnos, foram encontrados problemas relacionados à legibilidade de alguns painéis permanentemente compatibilizados, em determinadas posições de incidência da luz solar.

Com o sol no zênite, os displays do TDR 90 e do VHF 20B tornaram-se ilegíveis ao 1P quando a aeronave realizava curva à direita e na condição de subida na reta. Esses mesmos displays não foram visualizados pelo 2P quando a curva era realizada para a esquerda e, de igual modo, na condição de subida na reta. Considerando-se que a realização de curvas niveladas e de subida são situações provisórias e não ocupam parte significativa do vôo, o aumento de carga de trabalho, que a deficiente visualização dos displays provoca, pode ser considerado mínimo. Essas deficiências podem ser compensadas pela realização da leitura pelo piloto fora dos comandos ou pela utilização de algum recurso para sombrear os displays. Entretanto, quando em vôo solo, a carga de trabalho do piloto aumentará significativamente para poder compensar essa deficiência, pois o mesmo deverá desviar a sua atenção do espaço aéreo para posicionar um anteparo ou mudar a condição da aeronave para poder realizar a leitura.

Foi verificado ainda no vôo diurno com o sol no zênite, que durante a realização de curvas niveladas, ocorre um reflexo especular no painel de “push buttons”, causado pelo acrílico empregado na superfície deste. O reflexo observado se estende, à medida que a aeronave varia a sua proa durante a curva, desde uma pequena parte nos cantos superiores até o completo bloqueio do painel de “push buttons”. Para a posição do 2P o início do reflexo se dá na parte superior direita do painel, ao passo que para o 1P, na parte superior esquerda. Verificou-se também que quando realizando curvas pela direita em auto-rotação um ofuscamento ocorre no quadrante inferior direito, quando observado pela posição do 1P.

A modificação executada no painel de “push buttons”, por ocasião da instalação do NVIS, restringiu-se a filtrar as luzes internas dos botões desse painel, de modo a atender requisitos óticos (luminância, cromaticidade, NR, etc) evitando, ao máximo, comprometer a legibilidade especialmente do vôo diurno. A ocorrência do ofuscamento do piloto é um risco em potencial para a segurança de vôo. Entende-se, porém, que esse fato ocorre em virtude de uma deficiência do projeto da aeronave original.

No vôo realizado no fim da tarde, com o sol incidindo diretamente no painel de instrumentos, foi verificado que o painel de alarme apresentou uma falsa indicação de que está apagado mesmo estando totalmente aceso. Essa falsa indicação foi observada pelo piloto (1P) quando o sol incidiu pela esquerda e, pelo co-piloto (2P), quando o sol incidiu pela direita. Tal deficiência pode ser compensada pela verificação do painel de alarme pelo piloto que consegue enxergá-lo ou pela utilização de algum recurso para sombreá-lo. Entretanto, quando em vôo solo, a carga de trabalho do piloto aumentará significativamente para poder compensar essa deficiência, levando a aeronave a condições reais de perigo. Nessa condição o piloto não tem condições de verificar o acendimento de uma luz no painel de alarme, com o sol incidindo pela esquerda, e, conseqüentemente, fica impossibilitado de tomar as medidas necessárias para evitar um acidente.

O NVIS instalado na aeronave FENNEC permitiria o cumprimento de missões de vôo visual noturno prescritas pelas Normas Operacionais da AvEx. Em missões de alerta SAR, Evacuação Aeromédica e vôos de manutenção, onde normalmente é empregado apenas um piloto, a deficiência apresentada no painel de alarme comprometeria seriamente a segurança de vôo. Tal condição crítica é minimizada utilizando-se um segundo piloto, para que este possa verificar se o painel de alarme encontra-se aceso.

Foi avaliado o requisito de Operações Diurnas e Noturnas do NVIS instalado na aeronave FENNEC e observou-se que o sistema cumpre em parte o requisito 3.3.13 da Especificação Técnica, sendo considerado SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo visual noturno, INSATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo diurno executadas em duplo comando e INACEITÁVEL para a execução de missões em vôo diurno com apenas um piloto, nas condições ensaiadas.

**DEVE SER SANADA A DEFICIÊNCIA DE VISUALIZAÇÃO DOS DISPLAYS DO TDR 90 E VHF 20B DEVIDO À INCIDÊNCIA DIRETA DE LUZ SOLAR.**

DEVE SER SANADA A DEFICIÊNCIA DE VISUALIZAÇÃO DO PAINEL DE PUSH BUTTONS, DADO AOS REFLEXOS ESPECULARES EXISTENTES QUANDO O SOL INCIDE DIRETAMENTE SOBRE ELE.

TEM QUE SER SANADA A DEFICIÊNCIA DE IDENTIFICAÇÃO DO ACENDIMENTO DO PAINEL DE ALARME. Enquanto esta deficiência não for solucionada, TEM QUE CONSTAR NO SUPLEMENTO DO PMV, NA SEÇÃO **LIMITAÇÕES** O SEGUINTE TEXTO:

**“1 – TRIPULAÇÃO MÍNIMA**

**1.1 – Vôo visual diurno e noturno**

**Dois pilotos, ocupando os assentos dianteiros.”**

**4.2 - Iluminação interna**

**4.2.1 - Projeto de iluminação**

A verificação do requisito do Projeto de Iluminação do NVIS instalado na aeronave FENNEC, foi realizada por meio de ensaios em solo no hangar escuro.

Da análise dos resultados, obteve-se que o projeto e a localização do sistema de iluminação é tal que otimiza a performance visual e não causa efeito adverso no OVN. Nenhum efeito de “GLARE” com visão assistida ou desassistida foi observado devido à localização da iluminação, tanto na realização de observações internas ou externas à cabine.

.....

Durante uma missão em vôo com OVN, o NVIS instalado no FENNEC possibilitaria que a tripulação executasse a sua missão sem que fosse afetada por efeitos indesejáveis provenientes da iluminação, como, por exemplo, “glare” ou perda de acuidade visual. Se tal deficiência ocorresse, seria necessária a sua compensação por parte do piloto, aumentando assim a carga de trabalho da tripulação, que já é alta neste tipo de vôo. Um claro exemplo disto seria o piloto ter que alterar a sua posição de pilotagem, colocando o assento mais à frente para que os óculos ficassem diretamente acima do “glareshield”.

Foi avaliado o requisito Projeto de Iluminação do NVIS instalado na aeronave FENNEC e observou-se que o sistema cumpre o requisito 3.5.1 da Especificação Técnica, sendo considerado, nas condições ensaiadas, SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo com OVN.

**4.2.2 - Fontes luminosas**

A verificação do requisito Fontes Luminosas do NVIS instalado na aeronave FENNEC foi realizada por meio de ensaios em solo e durante a realização de todos os vôos.

O sistema é compatível com o espaço disponível na aeronave. O peso dos componentes do sistema não afeta a operação segura da aeronave.

O consumo de energia da iluminação NVIS é menor que aquele da iluminação normal. Foi observada uma diminuição acentuada da intensidade da

iluminação NVIS quando a partida é efetuada na bateria e com o brilho operacional ajustado. No ajuste de brilho máximo tal diminuição foi minimizada.

Da análise dos resultados obtidos depreende-se que o sistema é compatível com o espaço disponível na aeronave, sem interferir com a tripulação ou com a operação. O peso do NVIS, comparado à capacidade da aeronave, não onera significativamente a sua capacidade operacional. É necessário, porém, a apresentação dos novos valores de peso e centragem da aeronave. A queda da intensidade luminosa do NVIS durante a partida é devido ao grande consumo de energia que ocorre neste momento. Segundo o fabricante da aeronave, o pico mínimo de voltagem permitida para se prosseguir na partida é igual a 15 V. Quando o NVIS está com o ajuste de brilho na condição operacional, a queda de tensão verificada na partida faz com que a iluminação diminua até o seu completo apagamento, sendo necessário a utilização de lanternas para compensar a deficiência e não expor a aeronave e a tripulação ao risco de realizar uma partida quente. Este fato é devido à concepção tecnológica do LED que se apaga por completo abaixo de uma determinada tensão. Os LED's instalados suportam uma voltagem mínima de 13 V, abaixo deste valor eles se apagam completamente. Quando a partida na bateria é realizada com o ajuste de brilho máximo da iluminação NVIS, ou seja, com o máximo de aporte de tensão nos LED's, a queda na intensidade luminosa não afeta a segurança da partida.

Foi avaliado que o NVIS instalado no FENNEC, devido à sua compatibilidade com espaço e peso da aeronave, permite o pleno cumprimento de missões de vôo com OVN. Caso haja a pane do gerador e a aeronave passe a utilizar a bateria como fonte de energia, durante um vôo com OVN, o baixo consumo elétrico da iluminação NVIS instalada no FENNEC possibilitaria uma maior autonomia à bateria da aeronave e, conseqüentemente mais tempo de reação para tripulação. O suplemento do manual de vôo relata sumariamente na introdução da parte de limitações que o sistema possui um consumo menor que o sistema normal, porém não o faz de maneira mais efetiva, para que chame a atenção da tripulação.

Foi avaliado o requisito de fontes luminosas do NVIS instalado na aeronave FENNEC sendo que o mesmo cumpre o requisito 3.5.2 da Especificação Técnica sendo considerado, nas condições ensaiadas, SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo com OVN.

DEVE CONSTAR DO SUPLEMENTO DO MANUAL DE VÔO O SEGUINTE TEXTO NA SEÇÃO DE **EMERGÊNCIAS**:

**“Em caso de falha de geração elétrica, o NVIS instalado possui um consumo menor que o do modo normal, podendo ser utilizado como forma de se diminuir consumo de energia a bordo.”**

#### 4.2.3 - Acionamento e localização dos controles de iluminação

A verificação do requisito Acionamento e Localização dos Controles de Iluminação do NVIS instalado na aeronave FENNEC, foram realizadas por meio de ensaios em solo no hangar escuro.

Da análise dos resultados, observa-se que eventuais procedimentos de regulação da iluminação NVIS representam carga de trabalho desprezível tanto para o piloto quanto para o co-piloto. Os controles de iluminação, por minimizarem os movimentos de cabeça do piloto e co-piloto, contribuem para o incremento da segurança de voo, considerando que o voo com OVN é particularmente susceptível à desorientação espacial. Os reostatos de 1 a 4 localizados no canto superior direito do painel de instrumentos foram integrados à iluminação NVIS. Esses controles não estão acessíveis ao co-piloto quando estiver com o suspensório travado, uma vez que o projeto de iluminação original da aeronave não segue as mesmas especificações militares previstas para a iluminação NVIS.

O acionamento e controles de iluminação presentes no NVIS instalado no FENNEC permitem o pleno cumprimento de missões de voo com OVN. A acessibilidade, a localização e a adequação dos controles ao número de tripulantes, entre outros, contribuem para evitar fadiga e distrações durante o voo com OVN, permitindo aos pilotos maior concentração no cenário exterior durante uma missão de navegação. A variação uniforme de brilho da iluminação do painel permite ajustar, antes do início da missão, um nível confortável de iluminação por parte do piloto que, conscientemente ou não, busca o menor trabalho da musculatura do olho para adaptar a visão na alternância de olhar para fora através do OVN (visão assistida) e para dentro por baixo do mesmo (visão desassistida), procedimento repetido continuamente durante o voo.

.....

Foi avaliado o Acionamento e Localização dos Controles de Iluminação do NVIS instalado na aeronave FENNEC e observou-se que o sistema cumpre o requisito 3.5.6 da Especificação Técnica, sendo considerado, nas condições ensaiadas, SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de voo com OVN.

#### 4.2.4 - Uniformidade de luminância

A verificação do requisito de uniformidade de luminância do NVIS instalado na aeronave FENNEC, foi realizada por meio de ensaios em solo no hangar escuro.

.....

Da análise dos resultados, foi observado que os níveis de luminância encontrados no painel de instrumentos são superiores à razão de 2 para 1, tanto na condição de brilho "*Low level*" como na condição de brilho "*High level*". Esta ausência de uniformidade foi encontrada nos instrumentos que não foram compatibilizados, ou seja, os que permaneceram na configuração original da aeronave (ex. mostradores dos parâmetros do motor). Esta não conformidade aumenta a carga de trabalho da tripulação no desempenho das suas funções durante um voo com OVN de longa duração.

Foi verificado que as razões foram maiores que o previsto na Norma. O sistema não cumpre este requisito, nas condições ensaiadas.

Durante a realização de uma missão OVN, se faz necessário eliminar os fatores que poderiam causar desconforto à tripulação, visto que o

vôo utilizando o OVN, por si só, já é um vôo desgastante. A uniformidade apresentada pelo NVIS instalado no FENNEC permitiria que a tripulação realizasse todas as missões com segurança. O aumento extra da carga de trabalho, causado pelo desconforto provocado pela falta de uniformidade, seria mínimo, não afetando diretamente a segurança do vôo ou da tripulação. No entanto se a sua utilização do NVIS for constante, a falta de uniformidade poderia provocar um desgaste visual cumulativo, que em médio e longo prazo causariam desconforto aos tripulantes.

A Uniformidade de Luminância foi avaliada e observou-se que o NVIS instalado no FENNEC não cumpre o requisito 3.5.8 da Especificação Técnica, sendo, porém considerado, nas condições ensaiadas, INSATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo com OVN, visto que a ausência de uniformidade observada ocorreu em instrumentos do painel que não foram objeto da modificação.

#### 4.2.5 - Reflexos na cabine

A verificação do requisito Reflexos na Cabine do NVIS instalado na aeronave FENNEC, foi realizada por meio de ensaios em solo no hangar escuro e em vôo com OVN.

Realizando uma análise conjunta dos resultados obtidos dos reflexos de cabine e dos ensaios de acuidade visual é possível observar que, com o ajuste de iluminação na condição operacional, não existem reflexos especulares ou difusos nos instrumentos, causados pela iluminação compatível. O reflexo difuso, observado com o auxílio do OVN, na junção do "glareshield" com o pára-brisa, não se encontra na linha de visada do piloto, quando está olhando diretamente para frente. Esse reflexo somente é percebido quando da realização de uma varredura minuciosa nas transparências do pára-brisa. Os reflexos especulares, observados com visão desassistida, nas transparências durante os ensaios em hangar escuro e com a iluminação de emergência ligada, não foram observados com o uso do OVN. Nesta condição somente foram verificados suaves reflexos difusos na porção curva do pára-brisa, quando a iluminação de emergência estava com o seu brilho máximo. Mesmo assim, não houve perda da acuidade visual. Os reflexos, verificados em solo, não ocasionaram perda da acuidade visual e durante os vôos não foram ratificadas as suas existências, mesmo em noites com pouca iluminação (noite nível 3).

O NVIS instalado na aeronave FENNEC, dado os resultados obtidos nos ensaios de reflexos de cabine, possibilitaria o cumprimento pleno de uma missão de vôo com OVN. Esta missão seria cumprida com baixa carga de trabalho para a designação de alvos e objetivos ou de pontos nítidos no terreno, uma vez que a acuidade visual com OVN dos pilotos seria mantida. Tal afirmação continua válida para o caso de utilização das luzes de cabine para a consulta de cartas topográficas (realização de navegação) e para a utilização da iluminação de emergência.

Foram avaliados os reflexos na cabine do sistema NVIS instalado na aeronave FENNEC e observou-se que o sistema cumpre o requisito 3.3.12 da Especificação Técnica, sendo considerado, nas condições ensaiadas, SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo com OVN.

#### 4.2.6 - Iluminação utilitária

A verificação do requisito Iluminação Utilitária, do NVIS instalado na aeronave FENNEC, foi realizada por meio de ensaios em solo no hangar escuro e em vôo com OVN.

Da análise dos resultados obtidos observa-se que a iluminação utilitária, representada pelas luzes de cabine, não causa qualquer efeito adverso na visão assistida dos pilotos. A ausência de reflexos e a manutenção da acuidade visual permitem que as luzes utilitárias sejam acionadas, em qualquer posição da aeronave e em qualquer fase do vôo, sem que haja aumento da carga de trabalho da tripulação ou prejuízo da segurança de vôo. Toda a iluminação do lado esquerdo da aeronave é do tipo "NVIS white".

As luzes utilitárias, representadas pelas luzes de cabine, que compõe o NVIS instalado na aeronave FENNEC representam um ganho operacional para as missões de vôo com OVN. Como nenhum efeito adverso é causado na visão assistida dos pilotos, as luzes de cabine podem ser empregadas em qualquer fase do vôo. No caso de uma NBA, o navegador, estando na cadeira da esquerda, poderia permanecer todo o tempo com sua luminária acesa, bem como, desfrutar das benesses que a cromaticidade de sua iluminação proporciona. Ou seja, o navegador, utilizando uma luz de cabine compatível e da cor branca pode ver detalhes coloridos na carta, identificando corretamente os acidentes geográficos, o que resulta em uma navegação precisa e confiável.

Foi avaliada a iluminação utilitária do NVIS instalado na aeronave FENNEC e observou-se que o sistema cumpre o requisito 3.5.13 da Especificação Técnica, sendo considerado, nas condições ensaiadas, SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo com OVN.

#### 4.3 - Iluminação externa

##### 4.3.1 - Luz Anti-colisão

A verificação do requisito relativo à luz anti-colisão do NVIS instalado na aeronave FENNEC, foi realizada por meio de ensaios em solo em hangar escuro e durante a realização dos vôos com OVN.

Da análise dos resultados obtidos foi possível observar que o funcionamento da luz anti-colisão é correto tanto no modo NORMAL quanto no modo IR. Neste último modo de operação, os resultados mostraram que as características óticas são aceitáveis.

Em um Teatro de Operações em que fosse preciso realizar missões de reconhecimento ou ataque em território inimigo, o sistema NVIS instalado na aeronave FENNEC, considerando o desempenho da luz anti-colisão IR, proporcionaria um alerta antecipado do posicionamento da aeronave para outros vetores aéreos que estejam utilizando OVN. O sistema dificultaria, pela negação de aquisição ótica do hemisfério inferior da luz anti-colisão (*lower hemisphere*), a sua identificação, designação e aquisição como alvo dos meios anti-aéreos inimigos, pois mesmo sobrevoando uma posição inimiga, um observador em terra teria dificuldades em identificar a aeronave por meio da luz anti-colisão IR.

Foi avaliada a luz anti-colisão do sistema NVIS instalado na aeronave FENNEC e observou-se que o sistema cumpre o requisito 3.4.1 da

Especificação Técnica, sendo considerado, nas condições ensaiadas, SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo com OVN, apresentando um desempenho 48% superior ao previsto.

#### 4.3.2 - Luz de Formação

A verificação do requisito relativo à Luz de Formação do sistema NVIS instalado na aeronave FENNEC, foi realizada por meio de ensaios em solo em hangar escuro e durante a realização do vôo com OVN.

Da análise dos resultados obtidos foi possível observar que o funcionamento da luz de formação é correto tanto no modo NORMAL quanto no modo IR. Neste último modo de operação, os resultados mostraram que as características óticas são aceitáveis.

Em um Teatro de Operações em que se necessitasse realizar missões de reconhecimento ou ataque em território inimigo, o sistema NVIS, dado o desempenho da luz de formação IR instalada, proporcionaria uma fácil identificação para outras aeronaves que estivessem em ala, ou mesmo no reagrupamento após um ataque ou uma dispersão. O sistema dificultaria, pela negação de aquisição ótica do hemisfério inferior da luz de formação (*lower hemisphere*), a sua identificação, designação e aquisição como alvo dos meios antiaéreos inimigos, pois mesmo sobrevoando uma posição inimiga, um observador em terra teria dificuldades em identificar a aeronave por meio da luz de formação IR.

Foi avaliada a luz de formação do sistema NVIS instalado na aeronave FENNEC e observou-se que o sistema cumpre o requisito 3.4.2 da Especificação Técnica, sendo considerado, nas condições ensaiadas, SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo com OVN, apresentando um desempenho 67% superior ao previsto.

#### 4.3.3 - Luzes de posição

A verificação do requisito relativo às Luzes de Posição do NVIS instalado na aeronave FENNEC foi realizada por meio de ensaios em solo em hangar escuro e durante a realização do vôo com OVN.

Da análise dos resultados obtidos foi possível observar que a luz de posição funciona corretamente nos dois modos de operação: NORMAL e "DIM" (dimado com baixa intensidade luminosa). A luz de posição, no modo "DIM", é visível por um observador com visão desassistida postado a 10 m da mesma dentro de um hangar escuro. Tal fato se observa, pois a luz de posição não é compatível com OVN, ainda que fracamente visível a olho nu. A modificação feita nesta luz foi a atenuação da sua intensidade luminosa.

.....

A luz de posição foi considerada, nas condições ensaiadas, SATISFATÓRIA para o cumprimento de missões de vôo com OVN.

#### 4.3.4 - Farol de Busca

A verificação do requisito relativo ao Farol de Busca do NVIS instalado na aeronave FENNEC, foi realizada durante a realização do vôo com OVN.

Da análise dos resultados obtidos foi possível observar que o farol de busca IR permite um fácil manuseio, visto que para o seu funcionamento é necessário somente comutar a chave “*Search Light*” da “Control Box” de “NORM” para “IR” e utilizar os mesmos dispositivos de acionamento e posicionamento já existentes na aeronave. Devido à solução adotada para o Farol de Busca IR, o piloto gastará um tempo extra para direcionar o feixe do Farol IR para a frente da aeronave. Não foi observado nenhum efeito de imagem adverso no OVN mesmo quando o feixe do Farol IR foi direcionado para o rotor acionado. Comparado com o farol de busca normal, o farol IR apresentou um desempenho semelhante tanto em solo como em vôo. Em solo a identificação do alvo foi realizada a uma distância de 110 m (10% a mais do que foi considerado satisfatório pelo Consórcio AEL/Sirio Panel). Em vôo o desempenho também foi semelhante. O feixe de luz menos “concentrado” apresentado pelo Farol IR nesta condição é devido sua construção, ou seja, uma coroa de LED’s instalada ao redor do Farol NORMAL, em sua parte traseira.

Devido ao fato de não ter sido compatibilizado os faróis de táxi e pouso, o farol de busca IR é o único dispositivo seguro utilizado para iluminar o cenário exterior na operação com OVN. A quantidade de luz IR emitida, quando o Farol IR está ligado durante a execução de manobras próximas ao solo e nas fases de aproximação e decolagem, foi considerada adequada para as operações.

Dada às características apresentadas e discutidas do Farol IR instalado na aeronave FENNEC, durante a realização dos procedimentos próximos ao solo, (táxi, decolagens, aproximações, pousos, etc), o mesmo possibilitaria a tripulação, utilizando o OVN, identificar corretamente e antecipadamente obstáculos que possam interferir diretamente na segurança do vôo (antenas, obstáculos, outras aeronaves e etc). Proporcionaria também a identificação de possíveis áreas de pouso de emergência em caso de panes da aeronave, particularmente nas fases de aproximação e decolagem.

Foi avaliado o Farol de Busca do sistema NVIS instalado na aeronave FENNEC, sendo que o mesmo cumpre o estabelecido no item 3.4.4 da Especificação Técnica, apresentando um desempenho 10% a mais do que foi estipulado como adequado pelo consórcio AEL/Sirio Panel. O farol de busca retrátil IR foi considerado, nas condições ensaiadas, SATISFATÓRIO para o cumprimento de missões de vôo com OVN.

#### 4.3.5 - Farol de táxi

O farol de táxi não sofreu nenhuma modificação que o tornasse compatível com OVN. Dessa forma, esse item não sofreu avaliação específica como integrante do NVIS. Ao contrário, dado o seu posicionamento e o fato de não estar compatibilizado, foram avaliadas as conseqüências do seu acionamento inadvertido sobre o NVIS.

A verificação de tais conseqüências foi realizada durante a realização dos ensaios de ergonomia e ao final do vôo com OVN.

Como resultado do teste de acionamento do farol de táxi foi observado que o OVN sofre um efeito de “glare” e tem o seu ganho diminuído. Ainda assim é possível observar o cenário exterior próximo com maior nitidez. Foi observado também um reflexo na borda do disco do rotor principal.

Da análise dos resultados obtidos foi possível observar que o farol de táxi quando acionado com a tripulação utilizando o OVN, produz um reflexo na borda do disco do rotor e provoca um efeito de “glare” na imagem do OVN, não provocando qualquer outro efeito adverso (blooming, etc). Tais efeitos (glare e reflexos no disco do rotor) diminuem o ganho do NVG devido ao sistema AGC, porém não impedem a realização de manobras próximas ao solo, não pondo em risco a segurança da aeronave. As guardas utilizadas no painel de “push buttons” dificultam o acionamento inadvertido, pois constituem obstáculo físico eficiente e de fácil identificação quando o piloto desliza a mão sobre o painel de “push buttons”. A partir desse momento o acionamento deixa de ser inadvertido e passa a ser intencional. Foi observado que apesar da existência da guarda é possível identificar se o “push button” da “táxi light” está acionado ou não, pela diferença de relevo existente entre o “push button” e a sua borda. Essa diferença é percebida, pois a guarda permite, em seu interior, o “passeio” lateral do dedo do avaliador, sem que este último tenha necessariamente contato visual com esse procedimento.

Em operações com o OVN, o acionamento do farol de táxi não compatível poderia, além de denunciar a posição da aeronave no caso de uma missão real, poderia diminuir a acuidade visual da tripulação, o que aumentaria a sua carga de trabalho. Entretanto, o fato do farol de táxi não estar inibido eletronicamente, quando o sistema NVIS está selecionado, possibilitaria o seu acionamento em caso de emergência, permitindo que a tripulação realizasse um pouso em segurança, mesmo quando se encontrasse em fases críticas do voo.

Foram avaliados os efeitos do farol de táxi no NVIS instalado na aeronave FENNEC, sendo que o mesmo cumpre em parte o recomendado no item 3.4.6 da Especificação Técnica, sendo considerado, nas condições ensaiadas, INSATISFATÓRIO.

DEVE SER INSERIDO NO SUPLEMENTO DO MANUAL DA AERONAVE O SEGUINTE AVISO:

“A UTILIZAÇÃO DO FAROL DE TÁXI, DURANTE OPERAÇÕES COM OVN, PROVOCARÁ A QUEDA DE DESEMPENHO DO MESMO. PODE SER UTILIZADO SOMENTE EM CASO DE EMERGÊNCIA.”

#### 4.3.6 - Farol de pouso

O farol de pouso não sofreu nenhuma modificação que o tornasse compatível com OVN. Dessa forma, esse item não sofreu avaliação específica como integrante do NVIS. Ao contrário, dados o seu posicionamento e o fato de não estar compatibilizado, foram avaliadas as conseqüências do seu acionamento inadvertido sobre o NVIS.

A verificação de tais conseqüências foi realizada durante a realização dos ensaios de ergonomia e ao final do voo com OVN.

Como resultado do teste de acionamento do farol de pouso foi observado que o OVN sofre um efeito de “glare” e tem o seu ganho diminuído. Ainda assim é possível observar o cenário exterior próximo com maior nitidez.

Da análise dos resultados obtidos foi possível observar que o farol de pouso quando acionado com a tripulação utilizando o OVN, provoca um efeito de “glare” na imagem do OVN, não provocando qualquer outro efeito

adverso (blooming, etc). O glare diminui o ganho do OVN devido ao sistema AGC, porém não impede a realização de manobras próximas ao solo, não pondo em risco a segurança da aeronave. As guardas utilizadas no painel de “push buttons” dificultam o acionamento inadvertido, pois constituem obstáculo físico eficiente e de fácil identificação quando o piloto desliza a mão sobre o painel de “push buttons”. A partir desse momento o acionamento deixa de ser inadvertido e passa a ser intencional. Foi observado que apesar da existência da guarda é possível identificar se o “push button” da “land light” está acionado ou não, pela diferença de relevo existente entre o “push button” e a sua borda. Essa diferença é percebida, pois a guarda permite, em seu interior, o “passeio” lateral do dedo do avaliador, sem que este último tenha necessariamente contato visual com esse procedimento.

Em operações com o OVN, o acionamento do farol de pouso não compatível poderia, além de denunciar a posição da aeronave no caso de uma missão real, poderia diminuir a acuidade visual da tripulação, o que aumentaria a sua carga de trabalho. Entretanto, o fato do farol de pouso não estar inibido eletronicamente, quando o sistema NVIS está selecionado, possibilitaria o seu acionamento em caso de emergência, permitindo que a tripulação realizasse um pouso em segurança, mesmo quando se encontrasse em fases críticas do voo.

Foram avaliados os efeitos do farol de pouso no NVIS instalado na aeronave FENNEC, sendo que o mesmo cumpre em parte o recomendado no item 3.4.4 da Especificação Técnica, sendo considerado, nas condições ensaiadas, INSATISFATÓRIO.

DEVE CONSTAR NO SUPLEMENTO AO MANUAL DA AERONAVE O SEGUINTE AVISO:

“A UTILIZAÇÃO DO FAROL DE POUSO, DURANTE OPERAÇÕES OVN, PROVOCARÁ A QUEDA DE DESEMPENHO DO MESMO. PODE SER UTILIZADO SOMENTE EM CASO DE EMERGÊNCIA.”

#### 4.3.7 - Luz do armamento

A luz externa de indicação da segurança do armamento não foi compatibilizada, permanecendo não compatível.

Quando acesa, tal luz sinaliza aos elementos em solo qual é o “status” do armamento axial da aeronave, informando que o armamento está em segurança.

Durante a realização de uma missão de reconhecimento e, principalmente de ataque, o sistema do armamento deverá estar constantemente energizado, selecionado e pronto para o uso imediato, devendo o comandante de bordo, na maioria das vezes, somente desabilitar a segurança na iminência do uso, sendo que após este deverá acioná-la imediatamente. Tal condição permitiria ao inimigo em solo e em voo identificar facilmente a aeronave, mesmo se a mesma estivesse totalmente apagada, podendo por em risco a operação e a aeronave.

Não foi avaliada a influência da luz de armamento não compatível na aquisição de alvos e na realização do tiro com o armamento axial.

A luz de armamento não compatível está INACEITÁVEL para o voo com OVN (com ou sem o emprego do armamento axial)

As seguintes recomendações se fazem necessárias:

“TEM QUE SER COMPATIBILIZADA A LUZ DE SEGURANÇA DO ARMAMENTO”.

“DEVE SE REALIZAR UMA CAMPANHA DE EMPREGO DO ARMAMENTO AXIAL DA AERONAVE EMPREGANDO O OVN PARA UMA AVALIAÇÃO DE TODO O SISTEMA”.

Enquanto as recomendações acima não forem concretizadas, “NÃO DEVERÁ SER UTILIZADO O SISTEMA DE ARMAMENTO AXIAL COM O USO DO NVG”.

#### 4.3.8 – Ensaio laboratoriais e por similaridade

Os requisitos contratuais abaixo especificados não foram alvo dos ensaios (solo e vôo) e conseqüentemente, deste relatório. Tais requisitos têm a sua comprovação feita por análise de ensaios laboratoriais ou por similaridade. Tais verificações serão alvos da certificação definitiva.

3.3.4. Requisitos do Ambiente de Operação

3.3.5. Interferência Eletromagnética

3.3.6. Compatibilidade Elétrica

3.3.7. Iluminância e Luminância

3.3.8. Cromaticidade

3.3.9. Limite de Radiância Espectral

3.3.12. Segurança do sistema

3.3.14. Cablagem, conectores, instalação e acessibilidade

3.3.15. Confiabilidade e manutenção

3.5.3. Fontes Elétricas

3.5.4. Dispositivos de Proteção

3.5.5. Potência Elétrica de Iluminação

3.5.7. Sinais visuais iluminados

3.5.10. Iluminação de Instrumentos e displays

3.5.11. Iluminação de displays eletrônicos e eletro-ópticos

3.5.12. Iluminação de Consoles

3.5.15. Sinais de atenção, nota e advertência

3.5.16. Outras indicações e sinais luminosos

