

---

<b>Aprovação:</b>	Portaria Nº 1.627/SAR, de 16 de agosto de 2012, publicada no Diário Oficial da União nº 160, S/1, pág. 2, de 17 de agosto de 2012.	
<b>Assunto:</b>	Instruções para obtenção de aprovação de instalação de equipamentos GNSS ( <i>Global Navigation Satellite Systems</i> ) <i>stand alone</i> para operações VFR e IFR PBN ( <i>Performance-Based Navigation</i> ).	<b>Origem:</b> SAR

---

## 1. OBJETIVO

Esta Instrução Suplementar – IS tem como objetivo servir de guia para obtenção da aprovação, por meio de Certificado de Tipo – CT, Certificado Suplementar de Tipo – CST ou Formulário SEGVOO 001, de instalações ou modificações de instalações de equipamentos GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) *stand alone* para operações VFR (*Visual Flight Rules*) e IFR (*Instrument Flight Rules*) PBN (*Performance-Based Navigation*).

Esta IS descreve um meio aceitável, mas não o único meio, de demonstração de cumprimento com os regulamentos aplicáveis.

## 2. REVOGAÇÃO

Esta IS substitui e cancela a Circular de Informação – CI nº 21-013C, de 15 de fevereiro de 2008.

## 3. FUNDAMENTOS

- 3.1 O artigo 68 da Lei Federal nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986, prevê que a autoridade de aviação civil emitirá certificado de tipo para aeronaves, motores e hélices que satisfizerem os requisitos aplicáveis dos Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil – RBAC.
- 3.2 O RBAC 21 Subparte E estabelece requisitos para a emissão de um certificado suplementar de tipo para aprovação de grandes modificações.
- 3.3 A Resolução nº 30, de 21 de maio de 2008, alterada pela Resolução nº 162, de 20 de julho de 2010 estabelece que a ANAC pode emitir IS para esclarecer, detalhar e orientar a aplicação de requisito existente em RBAC.

## 4. DEFINIÇÕES

- 4.1. **GNSS – *Global Navigation Satellite Systems* (Sistema Global de Navegação por Satélite):** O GNSS é um sistema global de determinação de posição e tempo (sincronismo), que inclui uma ou mais constelações de satélites, receptores de bordo e

monitores de integridade, bem como os sistemas de aprimoramento de sinal necessários à adequação aos requisitos de desempenho de navegação para cada tipo de operação. Alguns dos sistemas GNSS conhecidos são o norte-americano GPS, o europeu Galileu, o russo GLONASS, entre outros.

- 4.2. Equipamentos GNSS:** São equipamentos de navegação por satélite, destinados a satisfazer os requisitos de aviação civil de precisão, disponibilidade, continuidade e integridade. Equipamentos GNSS podem utilizar ou exigir a presença de altímetro e podem fornecer informações de navegação para vários instrumentos compatíveis, tais como CDI (*Course Deviation Indicator*), HSI (*Horizontal Situation Indicator*) ou EHSI (*Electronic Horizontal Situation Indicator*), *display* multifunção (MFD – *Multi Function Display*) e Diretor de Voo (DV) e/ou piloto automático (PA).
- 4.3. Equipamentos GNSS *stand alone*:** São equipamentos GNSS que podem estar em interface com sensores de altitude barométrica ou altímetros compatíveis, para correção ou compensação, ou para auxiliar na orientação de navegação vertical. Equipamentos GNSS *stand alone* podem estar em interface com CDI, EHSI, HSI, MFD, DV, PA, sistema de alerta de terreno/obstáculos (TAWS – *Terrain Awareness Warning System*), ou sistemas ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance-Broadcast*). Os sensores GNSS *stand alone* não são integrados com outras fontes de navegação ou com um computador de navegação do tipo FMS (*Flight Management System*) para geração de um curso que utiliza mais de uma fonte de navegação.

*Nota 1: equipamentos que possuem a função GNSS e outras fontes de navegação (VOR, ADF, entre outras) coexistentes no mesmo equipamento, porém não integradas entre si, também poderá ser considerado stand alone.*

*Nota 2: Sistemas GPS “stand alone” são aqueles aprovados em conformidade apenas com a TSO-C146 (AR – All Revision) Classe 1, 2 ou 3 ou ter uma aprovação de classe A1 da TSO-C129 (AR).*

- 4.4. Sistemas de Navegação Multisensor (*Multi-Sensor Navigation System*):** Este tipo de sistema de navegação calcula e exibe uma posição oriunda de uma única ou várias fontes de navegação como, por exemplo, GNSS ou GNSS-WAAS (*Wide Area Augmentation System*), Loran-C (*Long Range Navigation*), VOR/DME (VHF *Omnidirectional Range / Distance Measuring Equipment*), DME/DME, ou sistemas inerciais (INS (*Inertial Navigation System*) / IRS (*Inertial Reference System*) / IRU (*Inercial Reference Unit*)).

*Nota 1: A classificação dos sistemas GNSS em “integrado” ou stand alone, segundo a CI 21-013C doravante revogada, e a CI 21-012, difere da classificação encontrada nesta IS e nas demais normas e documentos de referência internacionais. Segundo a classificação internacional, o termo “integrado” significa que os dados de GNSS são combinados com dados de outras fontes de navegação em um FMS (por exemplo, dados de GNSS com dados de DME, VOR ou INS), para posicionamento e navegação de área. O termo stand alone significa que os dados GNSS não são combinados com outras fontes de navegação para gerar o posicionamento da aeronave, embora o GNSS possa ser ligado com outros mostradores/instrumentos e/ou controle de voo.*

*Nota 2: Instalações de equipamentos/sensores GNSS integrados em um FMS (não stand alone) não são objetos desta IS.*

**4.5. Sistemas de aprimoramento de sinal (*Augmentation System*):** O GNSS também pode incluir sistemas de aprimoramento de sinal, tais como o Sistema de Aprimoramento de Sinal Baseado em Satélite *Satellite Based Augmentation System* (SBAS), Sistema de Aprimoramento de Sinal Baseado no Solo *Ground Based Augmentation System* (GBAS), Sistema de Aprimoramento de Sinal a Bordo de Aeronave *Aircraft Based Augmentation System* (ABAS). Tais sistemas minimizaram as limitações de precisão, integridade, disponibilidade e continuidade das informações provenientes das constelações básicas de satélites, permitindo operações de navegação mais precisas, que podem incluir aproximações de precisão. Um dos sistemas SBAS utilizado no Hemisfério Norte é o sistema norte-americano WAAS. É possível a instalação de um equipamento GNSS que possua a funcionalidade SBAS/WAAS incorporada, porém o SBAS/WAAS não está em operação no Brasil.

*Nota: Esta IS não abrange a funcionalidade de aprimoramento de sinal - Augmentation System.*

**4.6. Sistemas GNSS interligados e não interligados:** no âmbito desta IS, **sistemas GNSS não interligados** são os sistemas GNSS *stand alone*, não interligados a qualquer instrumento da aeronave que esteja relacionado à navegação GNSS, tais como os instrumentos/equipamentos de navegação, controle de voo ou outros, como equipamentos EHSI/HSI, CDI, RMI (*Radio Magnetic Indicator*), FMS (*Flight Management System*), PA (Piloto Automático), DV (Diretor de Voo); ou seja, são instalados de forma isolada dos instrumentos, equipamentos e sistemas de controle e navegação da aeronave. As instalações que possuem interligações apenas com instrumentos dedicados exclusivamente aos equipamentos GNSS (por exemplo, um repetidor CDI dedicado ao GNSS, um anunciador também dedicado ao GNSS, entre outros), também podem ser consideradas como não interligadas. Os demais sistemas GNSS *stand alone* que possuem interligação com algum instrumento, equipamento ou sistema da aeronave que esteja relacionado à navegação GNSS são denominados **sistemas GNSS interligados**.

**4.7. Precisão:** É o grau de conformidade entre a informação sobre posição e hora que proporciona o sistema de navegação e a posição e hora verdadeiras.

**4.8. Integridade:** É a garantia de que todas as funções do sistema de navegação estão dentro dos limites de desempenho operacional. É a capacidade do sistema de navegação aérea de proporcionar aos usuários avisos oportunos nos casos em que o mesmo não deva ser utilizado.

**4.9. Disponibilidade:** É o percentual de tempo em que são utilizáveis as informações providas por um sistema de navegação. É uma indicação da capacidade desse sistema em proporcionar informações utilizáveis dentro de uma determinada zona de cobertura, bem como do percentual de tempo em que se transmitem sinais de navegação, a partir de fontes externas. A disponibilidade é função das características físicas do entorno e da capacidade técnica das instalações dos transmissores.

**4.10. Continuidade:** É a capacidade do sistema em proporcionar informações válidas de navegação para a operação pretendida, sem a ocorrência de interrupções não programadas.

**4.11. Funcionalidade:** É o conjunto de funções específicas necessárias para cada tipo de operação PBN.

- 4.12. PBN – Performance-Based Navigation (Navegação Baseada em Desempenho):** O conceito de PBN estabelece que os requisitos do sistema RNAV da aeronave sejam definidos em termos de: precisão, integridade, disponibilidade, continuidade e funcionalidade. Ele representa a mudança da navegação baseada em sensores para a navegação baseada em desempenho.
- 4.13. RNAV – Area Navigation (Navegação de Área):** O acrônimo RNAV aparece com dois significados distintos nos textos de referência. Pode significar sistema ou método de navegação de área, que permite a operação da aeronave em qualquer curso desejado dentro de um setor onde haja cobertura de sinal das estações de navegação de referência, ou onde exista a capacidade da aeronave navegar somente com sistemas embarcados, ou ainda a combinação das duas condições. É também utilizado como um designador de um dos tipos de navegação PBN existentes (RNAV e RNP – *Required Navigation Performance*).
- 4.14. RNP – Required Navigation Performance (Desempenho de Navegação Requerido):** É um dos dois tipos de navegação PBN existentes. RNAV e RNP são fundamentalmente sistemas similares. A principal diferença entre eles são os requisitos para os sistemas a bordo da aeronave referentes ao monitoramento e alerta de desempenho. A especificação de navegação que inclui o requisito de monitoramento e alerta de desempenho se refere somente a RNP.
- 4.15. Erros:** Os três principais erros no contexto PBN são *Path Definion Error* (PDE), *Flight Technical Error* (FTE) e *Navigation System Error* (NSE). A distribuição destes erros é assumida como sendo independente, de média zero e Gaussiana. Portanto, a distribuição do erro total do sistema, *Total System Error* (TSE), é também gaussiana, com desvio padrão igual à raiz quadrada da soma do quadrado dos desvios padrão destes três erros.
- PDE – Path Definion Error:** Esse erro ocorre quando a trajetória definida no sistema RNAV não corresponde à trajetória desejada (ou seja, trajetória que deveria ser voada sobre o solo).
  - FTE – Flight Technical Error:** Esse erro está relacionado à habilidade do piloto ou da qualidade do PA em seguir a trajetória definida, incluindo os erros do instrumento de navegação (*displays*, HSI, EHSI, entre outros).
  - NSE – Navigation System Error:** Esse erro refere-se à diferença entre a posição estimada da aeronave e a posição real da aeronave.
  - TSE – Total System Error:** O TSE é igual à raiz quadrada da soma do quadrado de cada um dos três erros apontados (PDE, FTE e NSE).

*Nota: O TSE depende da interface entre o sistema, a aeronave e a tripulação, e só pode ser avaliado com o sistema integrado à aeronave.*

**4.16. Campo de Visão Primário - definições conforme a categoria de aeronave:**

- 4.16.1 Para aviões 14 CFR Part 25/RBAC 25:** O **Campo de visão primário** é definido através dos campos visuais verticais e horizontais relativos à projeção do ponto de referência dos olhos que pode ser visto com a rotação dos olhos usando apenas visão foveal (acuidade visual) ou central. Os valores para a projeção horizontal (em relação à linha normal de

visão) são  $\pm 35$  graus. Os valores para a projeção vertical (em relação à linha normal de visão) são 40 graus para cima e 20 graus para baixo.

- 4.16.2 Para aviões 14 CFR Part 23/RBAC 23:** Segue a mesma definição citada acima, mas, tradicionalmente, aviões RBAC/RBHA/14 CFR Part 23 com instrumentos "clássicos" analógicos no "T básico" incluem o centro da coluna de rádios dentro de um campo de visão aceitável, o que permite satisfazer os critérios de campo de visão primário desta IS. Assim, o campo de visão primário deve ser amplo o suficiente para incluir o centro da coluna de rádios nos aviões Parte 23 com instrumentação "Clássica" analógica no "T básico".
- 4.16.3 Para aeronaves de asas rotativas (14 CFR Part 27 e 29/RBAC 27 e 29):** Verificar os requisitos de visibilidade definidos nas últimas revisões das ACs 27-1 e 29-2.

## 5. INTRODUÇÃO

- 5.1** O conceito de PBN, difundido a partir da terceira edição do DOC 9613 (*Performance Based Navigation Manual – International Civil Aviation Organization – ICAO*), resulta do esforço da ICAO em harmonizar os métodos de navegação de área, criando dois tipos de espaços aéreos: os espaços RNAV e RNP. Estes se diferenciam basicamente pela necessidade, nos espaços RNP, de monitoramento e alerta à tripulação da situação de posicionamento da aeronave em relação à rota a ser voada, e seus limites. O monitoramento e alerta não são requeridos nos espaços RNAV.
- 5.2** O conceito de PBN introduziu critérios para sistemas de navegação de área expressos em termos de precisão, integridade, disponibilidade, continuidade e funcionalidades, substituindo os critérios anteriores, que eram específicos para cada sistema. Possibilitaram-se, assim, a harmonização e a coexistência de sistemas distintos.
- 5.3** No Brasil, a harmonização está sendo implantada em etapas. Esta IS foi elaborada com base nos seguintes documentos de referência, conforme a Tabela 1.
- 5.4** Os documentos de referência da Tabela 1 estabelecem critérios de aeronavegabilidade, operacionais, designação e controle do espaço aéreo, em conjunto. Esta IS trata apenas dos critérios de aeronavegabilidade para sistemas a serem instalados em aeronaves através de CT, CST ou SEGVOO 001.
- 5.5** Os documentos de referência primários utilizados na organização do espaço aéreo brasileiro são o DOC 9613 e as SRVSOP AC 90-001 a 90-010. A certificação de sistemas RNAV não é, contudo, apenas para o espaço aéreo brasileiro. Desta forma, os documentos referenciados na Tabela 1 podem ser adotados nos processos de certificação ou avaliação de aeronavegabilidade. Nestes casos, o cumprimento com os critérios destes documentos, ou outros, conforme aplicáveis, devem ser verificados.

<b>Doc 9613- Performance-based Navigation Manual</b>			
<b>Operação</b>	<b>Documento ICAO – Lima</b>	<b>Documento EASA</b>	<b>Documento FAA</b>
RNAV 10	AC 91-001	AMC 20-12	Order 8400.12A
RNAV 5	AC 91-002	AMC 20-4	AC 90-96A
RNAV 1 e 2	AC 91-003	JAA TGL 10	AC 90-100A
RNP 4	AC 91-004	PP045 Information paper (ops.013)	Order 8400.33
RNP 1	AC 91-006	JAA TGL 10	AC 20-138C
RNP APCH	AC 91-008	AMC 20-27	AC 20-138C
RNP AR APCH	AC 91-009	AMC 20-26	AC 20-138C
APV/BARO-VNAV	AC 91-010	AMC 20-27	AC 20-138C

**Tabela 1: Documentos equivalentes de outras autoridades de aviação civil considerados na elaboração desta IS.**

*Nota: A operação RNP 1 referenciada nesta IS é restrita à operação RNP 1 básico, não abrangendo a operação RNP 1 avançado.*

## 6. DOCUMENTAÇÃO

**6.1** A IS 21-004 e a CI 21-021 definem a documentação administrativa e técnica que devem ser apresentadas em um processo de aprovação de grande modificação. Em complemento ao solicitado nesses documentos, também devem ser verificados os seguintes aspectos de documentação técnica:

### 6.2 Descrição da Instalação

**6.2.1 Descrição da operação VFR:** Se o requerente desejar apresentar um processo para a instalação de equipamento GNSS para navegação VFR, isto deverá ser claramente descrito na introdução do Relatório Descritivo e nas limitações do Manual de Voo/Suplemento ao Manual de Voo.

**6.2.2 Descrição da operação IFR PBN:** Se o requerente desejar apresentar um processo para a instalação de equipamento GNSS para operação IFR PBN, deve incluir na documentação do processo de certificação do sistema PBN a lista das operações para as quais pretende certificar seu sistema (por exemplo, RNP APCH, RNP 1 Básico, RNAV 5 entre outros). Essa lista deve estar contida na introdução do Relatório Descritivo e nas limitações do Manual de Voo/Suplemento ao Manual de Voo.

**6.3** O Relatório Descritivo deve listar todas as TSOs dos equipamentos instalados e indicar as respectivas revisões das TSOs.

#### **6.4 Relatório de Análise Estrutural**

A instalação de um equipamento GNSS em aeronave pressurizada pode requerer a apresentação de um Relatório de Análise Estrutural, conforme os critérios da IS 21-004 e da CI 21-012.

#### **6.5 Manual de Instalação/Instruções de Instalação**

**6.5.1** Os ajustes e as configurações de instalação e de manutenção (tais como a posição de chaves e potenciômetros internos, a colocação ou retirada de *jumpers*, a seleção de opções que os equipamentos oferecem para a instalação e de versões de *softwares*, as seleções e os ajustes feitos em páginas de manutenção) têm influência significativa nas funcionalidades e no comportamento do sistema. Por esse motivo, se algum componente possibilitar ajustes e configurações de instalação ou manutenção, os mesmos devem ser feitos de forma a atender aos critérios das operações PBN pretendidas. Esses ajustes e configurações devem constar no Manual de Instalação/Instruções de Instalação e nas Instruções para Aeronavegabilidade Continuada e devem ser verificados na inspeção de conformidade prévia às inspeções e ensaios de certificação.

**6.5.2** Havendo mais de uma possibilidade de instalação, deve-se garantir que todas cumpram com os requisitos de precisão, integridade, disponibilidade, continuidade e funcionalidades.

#### **6.6 Instruções para Aeronavegabilidade Continuada**

**6.6.1** O RBAC 21.50 estabelece a necessidade de Instruções para Aeronavegabilidade Continuada e Instruções/Manual de Manutenção, conforme aplicável. Este documento deve ser elaborado em conformidade com a seção 1529 dos RBAC 23, 25, 27 ou 29, conforme aplicável.

**6.6.2** Deverão ser estabelecidos procedimentos de manutenção para falhas do equipamento, bem como para inspeção periódica das áreas onde antenas estão instaladas e, se aplicável, a atualização regular dos bancos de dados.

#### **6.7 Relatório de Proposta de Ensaio no Solo**

O Relatório de Proposta de Ensaio no Solo deve conter uma Introdução, Desenvolvimento (com todos os detalhes de cada ensaio, passo a passo, e que contenha todos os dados relevantes à demonstração de cumprimento com requisitos) e Conclusão. Se utilizar cartões de testes, esses deverão fazer parte dos anexos ou apêndices.

#### **6.8 Relatório de Proposta de Ensaio em Voo**

O Relatório de Proposta de Ensaio em Voo deve conter uma Introdução, Desenvolvimento (com todos os detalhes de cada ensaio, passo a passo e que contenha todos os dados relevantes à demonstração de cumprimento com requisitos) e Conclusão. Se utilizar cartões de testes, esses deverão fazer parte dos anexos ou apêndices.

#### **6.9 Proposta de Suplemento ao Manual de Voo**

*Nota:* As considerações doravante descritas para Suplemento ao Manual de Voo também podem ser adotadas para o Manual de Voo, no caso de CT.

**6.9.1** Para a instalação de equipamentos GNSS *stand alone*, não abrangida pela CI 21-012, deverá ser apresentada uma Proposta de Suplemento ao Manual de Voo.

**6.9.2** O Suplemento ao Manual de Voo deve descrever claramente o modo de operação PBN pretendido.

**6.9.3** **Suplemento ao Manual de Voo para equipamento GNSS com a funcionalidade SBAS/WAAS incorporada e não aprovada.**

a) Se o equipamento GNSS possuir a funcionalidade SBAS/WAAS incorporada e não aprovada, é necessário acrescentar as seguintes limitações no Suplemento ao Manual de Voo:

**“A OPERAÇÃO DA FUNÇÃO SBAS/WAAS DO SISTEMA < “NOME DO SISTEMA” DO “FABRICANTE DO SISTEMA” > NÃO ESTÁ ENSAIADA OU APROVADA.”**

**“A FUNÇÃO SBAS/WAAS DO SISTEMA < “NOME DO SISTEMA” DO “FABRICANTE DO SISTEMA” > DEVE ESTAR DESABILITADA DURANTE O VOO.”**

b) O Suplemento ao Manual de Voo deve descrever o procedimento para desabilitar a função SBAS/WAAS do sistema, se aplicável.

*Nota: Ocorrendo a implantação de Sistemas SBAS/WAAS no Brasil, a aeronave necessitará de uma aprovação específica para esta finalidade.*

## **7. CRITÉRIOS GERAIS PARA GNSS**

### **7.1 Instalação**

#### **7.1.1 Considerações gerais**

O equipamento deve ser instalado de acordo com as instruções e limitações fornecidas pelo fabricante do equipamento GNSS. Durante o processo de certificação da modificação, qualquer aspecto adicional que afetar a aeronavegabilidade também deverá ser incluído na documentação técnica do projeto, conforme aplicável.

#### **7.1.2 Configuração do GNSS**

Alguns equipamentos GNSS utilizam a configuração de software por meios físicos (*straps, jumpers, switches*, entre outros). Os parâmetros de instalação também podem ser configurados manualmente ou através de um módulo de configuração para a aeronave. Essas configurações de parâmetros permitem habilitar/desabilitar uma funcionalidade, configurar os formatos de entrada/saída, determinar quais serão as unidades de medida apresentadas, entre outros. Desta forma, a configuração de hardware/software aplicável para a instalação pretendida deve ser incluída no manual/instruções de instalação do projeto de modificação. Caso o projeto desenvolvido seja para mais de uma aeronave, através de um CT ou CST, com a possibilidade de múltiplas configurações de hardware/software, o manual/instruções de instalação deve abranger cada uma dessas instalações. Também deve ser verificada a necessidade de se apresentar Suplementos ao

Manual de Voo para cada uma das possibilidades de instalação, conforme aplicável.

### 7.1.3 Instalação de cabos

A separação entre cabos de equipamentos redundantes deve ser realizada conforme a AC 43.13-1, em sua revisão mais recente. A separação de cabos pode mitigar a possibilidade de perda de navegação devido a um único evento. Durante a aprovação da instalação do sistema, quando a separação de cabos não puder ser obtida, as seguintes perguntas devem ser avaliadas e o potencial para um evento único de falha deve ser minimizado:

- a) É possível que um conjunto de cabos seja exposto ao atrito entre fios/cabos de maneira que ambos os canais falhem simultaneamente?
- b) O conjunto de cabos está localizado próximo a cabos de controle de voo, linhas de alta tensão elétrica ou linhas de combustível?
- c) O conjunto de cabos está localizado em uma área protegida da aeronave (isolado, caso o rotor do motor se estilhace)?
- d) Existe alguma interferência eletromagnética (EMI) entre os sistemas, causada pelo encaminhamento de cabos?

### 7.1.4 Considerações ambientais

A maioria dos equipamentos é testada pelos respectivos fabricantes para as categorias ambientais descritas no RTCA/DO-160 (segundo a revisão aplicável), com resultados descritos em um formulário de qualificação ambiental. O requerente deve assegurar que as categorias (ou critérios) ambientais para o qual o equipamento foi testado são compatíveis com as condições nas quais o equipamento é instalado na aeronave.

*Nota: Para a instalação em helicópteros, recomenda-se fortemente verificar a categoria de vibração correspondente da RTCA/DO-160 na qual o equipamento GNSS a ser instalado foi qualificado, pois pode não ser compatível com as qualificações necessárias para o helicóptero objeto da modificação.*

### 7.1.5 Considerações sobre a instalação de antenas

- a) Tipicamente, uma antena GNSS está localizada na frente ou atrás das asas na parte superior da fuselagem.
- b) Antenas GNSS devem ser instaladas de forma a fornecer um campo de visão com os satélites o mais vasto possível e sem obstruções. As instruções de instalação de antenas do fabricante do equipamento/antena fornecem a informação sobre a forma de determinar uma localização que minimize o potencial de bloqueio do sinal por qualquer porção da aeronave. O sombreamento por estruturas da aeronave, e em alguns casos por rotores de helicópteros, pode afetar negativamente o funcionamento do equipamento GNSS.
- c) A colocação de antenas na fuselagem deve garantir que o receptor possa tirar o melhor proveito das características da antena. A antena deve também ser localizada de forma a minimizar os efeitos de sombreamento pela aeronave durante as manobras típicas.

- d) A antena deve ser separada, tanto quanto possível, de outras antenas. Para pequenas aeronaves, a antena deve também ser separada, tanto quanto possível, do para-brisa, para evitar interferências por acoplamento antena/equipamento.
- e) Para instalações envolvendo múltiplos sensores, o projeto deve mitigar a probabilidade de que um único raio afete todos os sensores (ou seja, não colocá-los em uma linha reta indo da parte frontal para a parte traseira da fuselagem).
- f) **Cabos de antenas:** Cabos duplamente blindados (*Double shielded cables*) devem ser utilizados para prevenir interferência de acoplamento nos cabos.
- g) **Proteção antigelo:** Se a aeronave for aprovada para o voo em condições de gelo conhecidas, a antena não deve ser suscetível à formação de gelo (ou seja, ela deve ser instalada em um local previsto para não formação de gelo na aeronave, ou ser de um perfil suficientemente baixo para que o gelo não se acumule na antena). Alternativamente, pode ser demonstrado que o equipamento opera satisfatoriamente quando a antena está sujeita a formação de gelo e que não existem efeitos nocivos da acumulação de gelo, tais como, possivelmente, a ingestão de gelo acumulado pelo motor ou a degradação do desempenho aerodinâmico. Os efeitos de acumulação de gelo sobre a antena, se aplicável, podem ser encontrados no manual de instalação/instruções de instalação do fabricante do equipamento. Ver as últimas revisões das AC 23.1419-2 e AC 25.1419-1 para orientações adicionais para aeronaves de asa fixa. Para helicópteros, a AC 27.1419 está contida na última revisão da AC 27-1 e a AC 29.1419 está contida na última revisão da AC 29-2.
- h) **Análise estrutural para a instalação de antenas:** Qualquer modificação para instalação de uma nova antena necessita ser avaliada quanto a seu impacto na estrutura da aeronave. Exemplos são as análises e ensaios quanto à *buffeting* e vibração quando de instalações de antenas (cumprimento com a seção 251 dos RBAC 23, 25, 27 ou 29, conforme aplicável), ou quanto a controle de pressurização nas modificações em cabines pressurizadas (cumprimento com as seções 841 e 843 dos RBAC 23, 25, 27 ou 29, conforme aplicável.). Assim, a instalação de antena externa em área pressurizada deverá ser substantiada através de um Relatório de Análise Estrutural, conforme os critérios da IS 21-004 e da CI 21-012, contemplando também a Análise de Fadiga e de Propagação de Trincas da área onde a antena será instalada. Para orientações específicas relativas a modificações na estrutura da fuselagem ver a AC 43-13, em sua última revisão. Orientações adicionais relativas a estruturas podem ser encontradas nas últimas revisões das ACs 20-107, 20-13 e 25.1529-1.
- i) **Compatibilidade da antena:** As orientações do manual / instruções de instalação do fabricante do equipamento GNSS, devem ser utilizadas para verificar se a antena é compatível com o Equipamento GNSS. Isto pode ser conseguido por um dos seguintes métodos:
- I- Se o *part number* da antena é identificado como compatível nas instruções / manual do fabricante do equipamento GNSS.
  - II- Se as instruções / manual do fabricante do equipamento GNSS afirmarem que o equipamento é compatível com uma antena apropriada que possui um TSOA / LODA (consulte a Tabela 2 da AC 20-138C, ou tabela equivalente, em caso de revisão dessa AC). Verifique a RTCA/DO-160 (revisão adequada) para comparar

se a categoria de transitórios induzidos por raios especificados nas instruções de instalação da antena e a categoria definida nas instruções de instalação do receptor são compatíveis. Além disso, para antenas GNSS ativas, uma margem de potência de sinal deve ser definida tomando a potência de saída com o amplificador de baixo ruído da antena (tal como definido nas instruções de instalação de antenas) e a correspondência com a faixa dinâmica e sensibilidade do receptor (como definido nas instruções de instalação de equipamentos GNSS). Neste caso, verificar a necessidade de se utilizar acopladores, filtros ou outros dispositivos de acoplamento, conforme aplicável.

III- As orientações do manual / instruções de instalação do fabricante do equipamento GNSS devem ser utilizadas para determinar os cabos e conectores que serão utilizados para a conexão da antena ao receptor e os respectivos comprimentos desses cabos, de forma que a perda de potência do sinal seja mantida em níveis aceitáveis.

- j) **Prevenção de falha de modo comum para instalação de antenas:** para evitar falhas de modo comum, em casos de instalação de mais de um equipamento GNSS, verificar que a instalação de uma antena única alimentada apenas por um dos equipamentos GNSS poderá acarretar a perda dos demais equipamentos GNSS, em caso de perda da alimentação dessa alimentação única. Para isto, o manual do fabricante deverá ser consultado para a melhor interligação entre a antena e os equipamentos, incluindo o uso de conversores ou outro meio aceitável para evitar esse tipo de falha. Caso este item não seja atendido, o modo de aprovação operacional PBN poderá ser limitado ou mesmo não poderá ser aprovada a modificação pretendida, conforme o modo operacional desejado para essa modificação.

**7.1.6 Considerações de Software e Hardware:** A Certificação do software e hardware do equipamento GNSS é normalmente abordada durante a aprovação do projeto desse equipamento, mas deve ser confirmada qual a qualificação/compatibilidade do *software/hardware* empregado no momento da instalação do equipamento GNSS, para garantir o nível de certificação apropriado para a correta instalação da função pretendida. Portanto, a qualificação/compatibilidade do *software/hardware* empregado deve ser apresentada através da descrição dos respectivos documentos de qualificação/compatibilidade, tais como as RTCA/DO ou outros documentos equivalentes.

## 7.2 Considerações gerais sobre fatores humanos

### 7.2.1 Controles

#### a) Acesso aos controles:

I- Os controles devem ser prontamente acessíveis a partir do assento de cada piloto requerido conforme o certificado de tipo. A operação dos controles deve ser realizada somente com uma mão. Os controles devem ser fácil e prontamente identificados, e seu uso não deve obstruir o respectivo *display*.

II- A operação do equipamento deve ser projetada de forma que o manuseio dos controles não pode, em qualquer posição, combinação, ou sequência de utilização, causar qualquer detrimento na operação da aeronave ou na confiança do equipamento.

- III- Durante a operação de um determinado controle, o mesmo deve apresentar um retorno ao operador quando o mesmo estiver sendo usado.
- IV- A força para utilizar qualquer controle deve ser apropriada com a função do mesmo.
- V- Os controles não podem ser ativados inadvertidamente. Os dispositivos aceitáveis e mais comuns para se reduzir a probabilidade de uma operação inadvertida incluem:
  - i. Instalação de divisórias entre os controles que são adjacentes e com pouco espaço entre os mesmos.
  - ii. Chaves com superfície côncava para reduzir acionamentos acidentais.
  - iii. Tamanho adequado da chave para permitir a seleção desejada.
  - iv. Instalação de guardas nos controles.
  - v. Sensação apropriada de acionamento da chave ou uma confirmação clara da sua ativação.

**b) Indicação da função de cada controle, a não ser que a função seja óbvia:**

Os pilotos devem ser capazes de rapidamente e com precisão identificar a função do controle com um mínimo de treinamento ou experiência. Se um controle é usado para múltiplas funções, essas devem ser distinguidas entre ativa e não ativa.

**c) Os controles devem ser organizados conforme os seguintes princípios:**

- I- Grupos conforme a função e a frequência de utilização.
- II- Os controles devem ser facilmente associados com suas funções. Isso deve acontecer pela posição do controle e por seu título.
- III- Os controles que são utilizados mais frequentemente devem ser posicionados em lugares que permitem maior acessibilidade.
- IV- As funções utilizadas frequentemente devem possuir controles dedicados.
- V- As chaves de acionamento de função do tipo linha de seleção (*line select function*), devem estar alinhadas com o texto da função.

**d) Acionamento dos controles:**

- I- Não é aceitável o acionamento de um ou mais controles simultaneamente para a ativação de determinada função.
- II- Os controles que acionam funções de manutenção não devem ficar prontamente acessíveis para os pilotos.

**e) Identificação dos controles:**

- I- Os controles e seus respectivos nomes devem ser identificados em qualquer condição de iluminação, incluindo luz direta do Sol ou das fontes de iluminação artificiais.
- II- Os identificadores dos controles e outras informações a respeito do controle não devem ser obstruídos pela própria operação do controle.

## 7.2.2 Displays e anúncios

**a) Visibilidade dos *displays*:**

- I- A posição dos instrumentos utilizados para guiagem e controle da aeronave deve permitir que sua visualização seja clara com o mínimo de desvio de olhar em relação à linha de visada normal de voo (piloto olhando para frente – centro do T básico).

**Nota 1:** Os CDI existentes nas CDU (Control Display Unit) não devem ser aceitos para operações IFR.

**Nota 2:** O FTE poderá ser diminuído quando informações quantificadas forem integradas com informações não quantificadas ou quando as informações estão localizadas no campo de visão primário do piloto.

- II- O piloto, quando sentado no seu posto, deve ter uma visão dos dados de navegação sem qualquer tipo de obstrução.
- III- A integração com *displays* externos (CDI, HSI, mapas de navegação, painéis anunciadores etc.) deve ser realizada conforme as instruções de instalação do equipamento.
- IV- As indicações de desvios lateral e vertical e os anúncios de falha devem ser posicionadas no campo de visão primário do piloto, assim como qualquer outra indicação que requeira uma ação imediata do piloto.
- V- As instruções de instalação do equipamento relacionadas com a visibilidade e acesso dos *displays* devem ser cumpridas com rigor.

**b) Iluminação:**

- I- Todos os indicadores, *displays*, controles e anúncios têm de ser facilmente visualizados em qualquer condição de iluminação da cabine.
- II- A iluminação dos equipamentos, controles, *displays* e anúncios devem ser compatível com o sistema de iluminação da cabine, particularmente se forem utilizados óculos de visão noturna.

## 7.3 Interface entre equipamentos

### 7.3.1 Instalações com dois equipamentos GNSS

**7.3.1.1** Quando houver dois GNSS, os mesmos devem ser sincronizados sempre que possível a fim de reduzir a carga de trabalho da tripulação de voo e prevenir confusão sobre qual GNSS está servindo como fonte de navegação. No caso onde se requeira dois GNSS, a sincronização é obrigatória (sincronização: capacidade de transferência de dados automática, ou não, de um GNSS para outro GNSS).

**7.3.1.2** Se os GNSS não forem sincronizados, então as seguintes considerações devem ser avaliadas:

- a) O piloto e o copiloto devem ser capazes de ver e manusear o GNSS oposto. Isso tudo sem interferência nos comandos, manetes, controles etc.
- b) A carga de trabalho associada à atualização manual de dados para manter consistência entre os dois equipamentos não deve ser elevada.
- c) Não pode haver dúvida sobre qual equipamento está sendo usado como meio de navegação.

- d) Os controles, *displays* e anúncios não podem causar informação enganosa, confusão para o piloto ou carga de trabalho inaceitável devido à possibilidade de inconsistências a partir de diferenças nos equipamentos (exemplos: planos de voo diferentes fazendo com que haja modos de operação diferentes, modo rota em um e aproximação em outro). Avaliação mais dedicada deve ser feita quando houver possibilidade de fonte de navegação cruzada (exemplo: HSI 1 utilizando o GNSS 2).

### 7.3.2 Utilização simultânea de equipamentos GNSS

**7.3.2.1** Quando mais de um GNSS é instalado para utilização simultânea, pode surgir confusão na operação dos mesmos, principalmente quando houver interfaces diferentes com os pilotos, banco de dados diferentes e operação diferente.

**7.3.2.2** As seguintes potenciais incompatibilidades podem surgir:

- a) Os dois GNSS devem possuir métodos consistentes para entrada de dados e procedimentos similares para os pilotos. Deve ser identificado facilmente e consertado qualquer problema com entrada de dados errada.
- b) As escalas dos CDI devem ser compatíveis entre si ou identificadas corretamente.
- c) A simbologia dos *displays* e anúncios devem ser compatíveis entre os GNSS, de forma a não causar qualquer tipo de conflito durante a interpretação das informações de navegação.
- d) Os modos internos de operação dos equipamentos e a interface com os demais equipamentos e instrumentos da aeronave devem ser compatíveis e consistentes com os GNSS.
- e) A falha em um GNSS não pode interferir no funcionamento do outro GNSS.
- f) A apresentação dos parâmetros de navegação deve usar unidades de medida consistentes entre os GNSS.
- g) Os GNSS devem usar o mesmo banco de dados.

### 7.3.3 Interface com TAWS

**7.3.3.1** Equipamentos GNSS podem prover saídas para várias aplicações, incluindo TAWS, ADS-B, entre outras. Saídas de posição de navegação, velocidade e tempo devem ser consistentes com a função pretendida para a qual o sistema é utilizado, sob qualquer condição de operação previsível.

**7.3.3.2** As orientações desta IS quanto a sensores GNSS são aplicáveis a todas as interfaces citadas na nota a seguir e devem ser utilizadas em conjunto com as orientações para respectivas interfaces pretendidas.

*Nota:* Para obter informações específicas relativas a equipamentos TAWS, ver a TSO-C151b e as revisões mais recentes das AC 23-18 e AC 25-23. Para obter informações específicas relativas a equipamentos HTAWS, ver a TSO-C194 e as revisões mais recentes das MG 18 das AC 27-01 e AC 29-02. *Displays com mapas eletrônicos, ver TSO-C165 e as*

*revisões mais recentes das AC 20-159, AC 23.1311-1 e AC 25-11. Equipamentos de ADS-B, veja TSO-C166b, RTCA/DO-260B para 1090 Extended Squitter, TSO-C154c e RTCA/DO-282B para Universal Access Transceiver. A AC 20-165 fornece informação de orientação sobre o ADS-B.*

#### **7.3.4 Interface com *displays* de navegação**

Para alguns equipamentos GNSS *stand alone*, o *display* pode estar afastado do computador de navegação. Esses *displays* devem ser compatíveis com as saídas providas pelo computador de navegação para que forneçam indicações de desvio adequadas para o piloto. Para isso, o requerente de um processo de modificação para a instalação de um equipamento GNSS *stand alone* deve verificar nas instruções/manual de instalação do equipamento a lista de compatibilidade entre os equipamentos/sistemas e componentes objetos da modificação e/ou padrões de compatibilidade.

#### **7.3.5 Interface com chave de proa magnética / verdadeira**

Se um seletor (*switch*) de proa magnética / verdadeira está instalado na aeronave, o equipamento GNSS deve ser comandado pelo mesmo seletor para manter a consistência nos *displays* e na operação para mudanças (manuais e automáticas) da referência de posição.

*Nota: A proa magnética é a referência primária de proa. No entanto, existem países que podem usar a posição verdadeira como a principal referência de posição em áreas de latitude extrema.*

#### **7.3.6 Interface com sistemas de *Air Data* e sistemas de referência inerciais**

a) Quando houver um seletor de fonte de *Air Data* instalado, se uma fonte for desseleccionada pelo piloto, essa não deve continuar a ser utilizada pelo equipamento GNSS. Isto é particularmente importante para um equipamento GNSS com algoritmo de FDE baseado em informações barométricas, pois entradas errôneas de altitude podem acarretar em uma detecção imprópria de falha de um satélite pelo algoritmo de FDE.

*Nota: FDE – Fault Detection and Exclusion (Detecção de Falhas e Exclusão) é a capacidade de um equipamento GNSS em detectar a falha de um satélite que afete a navegação e automaticamente excluir esse satélite da solução de navegação.*

b) Quando houver um seletor de fonte de sistema inercial instalado, se o piloto remover a seleção de uma fonte, essa não deve continuar a ser utilizada pelo equipamento GNSS.

c) Se o equipamento GNSS requer dados de altitude barométrica corrigida (ou pressão), para certas operações (identificadas no manual/instruções de instalação do fabricante do equipamento), a instalação deve fornecer uma entrada de altitude automática do sistema de *Air Data* para o equipamento GNSS, de tal modo que ações adicionais do piloto não sejam necessárias.

d) Se a altitude barométrica corrigida for necessária para o equipamento GNSS e uma entrada automática da altitude barométrica corrigida não está disponível, deve ser fornecido um alerta para o piloto durante a aproximação, indicando a necessidade de introduzir o ajuste da pressão barométrica no equipamento GNSS. Se o equipamento

requer múltiplas entradas para introduzir essa correção, a carga de trabalho deve ser avaliada para uma aproximação.

### 7.3.7 Interface com sistemas SATCOM

- a) Em aeronaves equipadas com um sistema SATCOM, deve ser verificada a compatibilidade desse sistema com o equipamento GNSS e as antenas interligadas ao equipamento GNSS. Alguns equipamentos GNSS/antenas podem ter sido qualificados para níveis de interferência menos rigorosos que os destinados à instalação em aeronaves com sistemas SATCOM.
- b) Equipamentos GNSS podem ser suscetíveis a sinais espúrios e intermodulações se a aeronave possuir equipamento SATCOM com múltiplos canais instalados. Equipamentos GNSS não devem ser instalados em aeronaves com equipamento SATCOM com múltiplos canais, a menos que a utilização simultânea de frequências interferentes possa ser evitada ou se for demonstrado que não há interferência com o funcionamento do equipamento GNSS. Alguns equipamentos GNSS não são compatíveis com as instalações de equipamentos SATCOM em hipótese nenhuma, o que deve ser observado nas instruções/manual de instalação do fabricante dos equipamentos GNSS/SATCOM, conforme aplicável.

### 7.3.8 Interface e integração com Piloto Automático / Diretor de Voo (PA/DV)

- a) A instalação do equipamento integrado ao PA/DV é caracterizada pela capacidade de acoplamento do modo "NAVEGAÇÃO" (e outros modos) do PA/DV aos sinais provenientes do GNSS. A integração pressupõe que a fonte de navegação é simultânea para o PA/DV e para o indicador de navegação da aeronave (EHSI/HSI, CDI, entre outros).
- b) A integração do GNSS com um PA/DV específico deve ser conforme o manual e/ou instruções de instalação do GNSS, para o qual o fabricante do GNSS demonstrou a compatibilidade.
- c) Quando acoplado ao GNSS, o PA/DV deve cumprir com todos os requisitos de certificação básicos aplicados para aprovação quando acoplado a outras fontes de navegação.
- d) Os modos de operação do PA/DV, bem como os modos armados para engajamento, devem ter uma indicação contínua e inequívoca, o que inclui uma indicação clara de quando o modo foi selecionado manualmente pela tripulação, ou automaticamente pelo sistema. Essa informação deve ser corretamente detalhada no Suplemento ao Manual de Voo. Caso a instalação não atenda a este item, deve ser acrescentada a seguinte limitação no Suplemento ao Manual de Voo:

**“O PILOTO DEVERÁ DESACOPLAR O MODO NAVEGAÇÃO DO PILOTO AUTOMÁTICO/DIRETOR DE VOO SEMPRE QUE A FONTE DE NAVEGAÇÃO GNSS FOR UTILIZADA PARA NAVEGAÇÃO”**

- e) É fortemente recomendado que os modos de navegação do PA/DV relacionados com a fonte de navegação sejam inibidos se a fonte apresentada no indicador de navegação

não for a mesma fonte acoplada ao PA/DV. Uma solução aceitável é considerar integrações que não permitam a exibição de uma fonte de navegação no indicador de navegação diferente da fonte de navegação utilizada pelo PA/DV. Caso isso não seja viável, então uma limitação deverá ser inserida no Suplemento ao Manual de Voo estabelecendo que o piloto é obrigado a selecionar, no indicador de navegação, a apresentação da fonte de navegação a qual o PA/DV está seguindo. Além disso, deve ser inserido no Suplemento ao Manual de Voo o seguinte procedimento:

**“O CURSO GNSS DEVERÁ SER SELECIONADO NO INDICADOR DE NAVEGAÇÃO SEMPRE QUE O MODO DE NAVEGAÇÃO <INDICAR O MODO GPSS/GPS, OU OUTRO MODO ONDE O PA/DV SEGU O GNSS, INDEPENDENTE DA FONTE SELECIONADA NO CDI/HSI/EHSI, ENTRE OUTROS> FOR ACOPLADO”**

- f) O equipamento GNSS deve ser compatível com os modos de operação do PA/DV. Por exemplo, as funções “armar” (*arm*), “engajar” (*engage*) e a sequência para desengajar (*disengage sequence*) do GNSS devem ser consistentes no tempo de resposta para anúncios e acoplamento/desacoplamento do PA/DV.
- g) É sabido que existem PA/DV com desempenho limitado, ou seja, que não são capazes de executar bloqueio de *waypoints* com mudança de curso ou não são capazes de interceptar uma perna de navegação com ângulos de interceptação acentuados, efetuando adiantamento de curvas e mantendo os limites de TSE. É aceitável, nestes casos, que o piloto interceda nas mudanças de curso e/ou interceptações, utilizando outro modo de navegação do DV/PA (por exemplo, modo HDG), ou executando a manobra manualmente. Nestes casos, o Suplemento ao Manual de Voo deve descrever o comportamento e o procedimento adequado à operação.
- h) Nos casos onde o TSE não puder ser comprovado sem o uso do PA/DV, o mesmo deve ser capaz de executar a mudança automática de curso nos *waypoints* (*fly-by* ou *fly-over*) sem a interferência do piloto, com desempenho adequado. Do mesmo modo, a seleção de curso no HSI/EHSI ou no CDI deverá ser automática.

*Nota: Se o equipamento de navegação for conectado a um seletor de redução de ângulo de inclinação lateral da aeronave, tal seletor não poderá limitar o ângulo de inclinação lateral da aeronave durante um procedimento de aproximação.*

- i) O Suplemento ao Manual de Voo deve apresentar informações sobre o que ocorre quando há uma mudança de fonte de navegação para outra fonte válida ou não válida com algum modo de navegação do PA/DV acoplado.
- j) O Suplemento ao Manual de Voo deve apresentar informações sobre o que ocorre quando há perda de fonte de navegação com algum modo de navegação do PA/DV acoplado.
- k) A integração do PA/DV com o equipamento GNSS deve ser de forma que não sejam alteradas a filosofia de cabine original nem a finalidade do GNSS.

## 7.4 Interferência - Compatibilidade Eletromagnética (EMC)

- 7.4.1** O equipamento GNSS não deve ser a fonte de condução indesejável ou interferência irradiada, ou ser adversamente afetado por condução ou interferência irradiada a partir de outros equipamentos ou sistemas instalados na aeronave.
- 7.4.2** O aterramento apropriado do equipamento/antena é uma das medidas essenciais para se garantir as condições de EMC.
- 7.4.3** O GNSS não deve interferir nos demais sistemas da aeronave (VHF – *Very High Frequency*, HF – *High Frequency*, VOR, DME, ADF – *Automatic Direction Finder*, rádio altímetro e outros), nem sofrer interferência destes. O chaveamento de fontes elétricas (geradores, alternadores) não deverá influenciar significativamente nas informações apresentadas pelo GNSS.
- 7.4.4** É recomendável que os equipamentos GNSS sejam instalados afastados de rádio VHF. Para orientações específicas relativas a afastamento de antenas, ver a AC 43-13 em sua última revisão.
- 7.4.5 Interferência em VHF:** Algumas harmônicas de frequências VHF tem maior possibilidade de afetar adversamente a recepção do sinal de GNSS. Na instalação de sistemas GNSS, deve ser demonstrado que não ocorre interferência significativa devida aos rádios VHF-COMM (equipamento transceptor VHF de comunicação bilateral), através do seguinte teste a ser realizado:
- Para cada transmissor VHF, selecione as frequências enumeradas a seguir, transmitindo por um período de 35 segundos, enquanto se observa o estado do sinal de cada satélite a ser recebido, verificando se não ocorre interferência significativa.

*Nota: Considera-se interferência significativa do VHF/COMM sobre o GNSS aquela cujo sinal do GNSS torna-se insatisfatório à navegação pretendida durante os primeiros 35 segundos após o acionamento do equipamento VHF/COMM.*

- Avalie as seguintes frequências VHF (canais de 25 kHz): 121.150/ 121.175 / 121.200 / 131.250 / 131.275 / 131.300 MHz.
- Caso a aeronave tenha instalado o VHF-COMM com capacidade de espaçamento entre canais de 8.33 kHz, as seguintes frequências também têm grande possibilidade de afetar o sinal de GNSS: 121.185 / 121.190 / 130.285 / 131.290 MHz.

*Nota: Degradação de sinais de satélite recebidos individualmente abaixo de um ponto em que a navegação não é mais possível, não é aceitável para navegação PBN e irá requerer medidas adicionais a serem tomadas, que serão descritas a seguir.*

### 7.4.6 Meios de mitigação de interferências

Os parágrafos seguintes descrevem fontes potenciais de interferência e os respectivos meios de mitigação:

- 7.4.6.1** Harmônicos de comunicações VHF, sinais espúrios, e harmônicos de um oscilador local podem causar interferências. Interferência VHF pode ser atenuada por:

- a) Instalar filtros na saída do transmissor VHF para prevenir interferência de antena para antena. É recomendável que tais filtros tenham uma perda de 2 dB ou menos, ou o desempenho de transceptor VHF instalado terá de ser reavaliado.
- b) Instalar o equipamento GNSS tão longe quanto possível de qualquer equipamento transmissor VHF (para prevenir interferência entre as carcaças metálicas).
- c) Substituir o equipamento VHF, conforme aplicável.

**7.4.6.2** Um equipamento transmissor localizador de emergência (ELT) pode interferir no equipamento GNSS, reirradiando sinais do DME ou VHF. Filtros *Notch* no cabo da antena do ELT ou substituição do ELT podem eliminar esse problema, conforme aplicável.

**7.4.6.3** Um equipamento DME pode interferir no equipamento GNSS. Caso ocorra esta interferência, a substituição do transceptor DME pode eliminar o problema.

**7.4.6.4** Um equipamento ADF pode interferir no equipamento GNSS. Mover a antena do ADF para a parte inferior da aeronave pode eliminar este problema.

## **7.5 Efeitos da interrupção no sinal GNSS**

**7.5.1** Interrupções de sinal GNSS podem ocorrer em qualquer região do planeta, devido à interferência intencional (por exemplo, através de testes militares). A consequência para a aeronave ao se perder o posicionamento, a velocidade e tempo (PVT - *positioning, velocity, and timing*) do GNSS é um problema complexo que depende do projeto do equipamento GNSS, o grau de integração com outros sistemas e o local onde o sistema foi instalado. Como descrito nesta IS, saídas do equipamento GNSS podem ser integradas em uma variedade de funcionalidades, além dos dados de navegação tradicionais.

**7.5.2** Por exemplo, o PVT do GNSS pode ser utilizado para TAWS, sistemas de visão sintética, ADS-B, acelerômetros/sensores MEMS (*Micro-Electro-Mechanical System*) (ADAHRS – *Air Data Attitude Heading Reference System*), entradas para *displays* eletrônicos primários de voo, entre outros. Há uma ampla variedade de integrações, desde as aeronaves convencionais com unidades de navegação GNSS autossuficientes com uma interface simples com PA, até a nova geração de aeronaves com *cockpits* digitais que utilizam sistemas aviônicos integrados modulares para proporcionar as funções avançadas mencionadas acima, e outras mais, incluindo potenciais aplicações de tempo com GNSS.

**7.5.3** O requerente de um processo de modificação deve documentar, na seção “Procedimentos Normais” do Suplemento ao Manual de Voo, os efeitos na aeronave da indisponibilidade do PVT do GNSS, ou se as saídas forem interrompidas. O Suplemento ao Manual de Voo deve descrever quais são os efeitos sobre qualquer sistema afetado com a perda das saídas do GNSS, as indicações que devem ser esperadas se as saídas GNSS forem interrompidas, e os procedimentos aplicáveis para a tripulação de voo.

**7.5.4** O requerente de um processo de modificação deve incluir, no Suplemento ao Manual de Voo, uma descrição dos efeitos da falta de sinal GNSS ou da interrupção das saídas sobre as funcionalidades relacionadas a esta instalação (como por exemplo, se ocorrer a falta do sinal GNSS, como essa influenciará no sistema TAWS, se esse depender do equipamento GNSS dessa modificação). Essa informação também deverá constar das instruções /manual

de instalação do equipamento, de forma que a oficina instaladora possa avaliar esses efeitos na aeronave.

**7.5.5** O GNSS não deve ser utilizado simultaneamente para sistemas primários e sistemas de *back-up* críticos, o que resultaria em um modo de falha comum devido a uma falha de GNSS. Além disso, o requerente deve atentar para as combinações de diferentes *upgrades* de equipamentos, pois também podem resultar em um modo de falha comum (por exemplo, o uso de cartões/placas diferentes para *upgrades* de funcionalidades, que não são compatíveis nas versões em que serão instalados).

## **7.6 CRITÉRIOS ESPECÍFICOS PARA GNSS NÃO INTERLIGADO, LIMITADO A VOO VFR**

**7.6.1** A menos que haja uma mensagem automática quando o equipamento GNSS é ligado e seja necessária uma ação do piloto para cancelar a mensagem, deve haver o seguinte placar em local visível à tripulação mínima requerida e próximo ao equipamento GNSS:

***“O USO DA FONTE DE NAVEGAÇÃO GNSS É PROIBIDO PARA VOO IFR.”***

**7.6.2** O placar acima é dispensável quando a aeronave for certificada, conforme o Certificado de Tipo, apenas para voo VFR, e houver um placar no painel frontal da aeronave explicitando essa limitação.

## **7.7 CRITÉRIOS ESPECÍFICOS PARA GNSS INTERLIGADO LIMITADO À VFR**

**7.7.1** Sistemas com possibilidade de apresentar informações de múltiplas fontes de navegação (RNAV ou convencionais) em um único indicador (CDI, HSI, EHSI, entre outros) deverão possuir um meio de seleção da fonte de navegação desejada pelo piloto. Da mesma forma, esses sistemas deverão exibir, clara e continuamente, a identificação das fontes de navegação selecionadas, bem como das informações exibidas.

**7.7.2** Os anúncios da fonte de navegação devem estar no indicador afetado ou próximo desse (máximo 35 cm) e ser visível e sem ambiguidades (cor conforme RBAC/14 CFR Part 23, seções 23.1322; 25.1322; 27.1322 e 29.1322).

**7.7.3** Quando aplicável, o anúncio luminoso da fonte de navegação selecionada deve ser feito na própria chave relé (*relay switch*) para evitar informações errôneas, em caso de falha dessa chave.

**7.7.4** Todos os controles necessários à operação do sistema PBN em voo devem ser acessíveis à tripulação mínima requerida, com a tripulação sentada na posição normal, executando movimentos naturais que não imponham carga de trabalho adicional excessiva.

**7.7.5** Todos os displays, assim como avisos e alarmes luminosos, deverão ter controle de intensidade luminosa. Adicionalmente, avisos e alarmes luminosos deverão possuir meio de teste de sua fonte luminosa.

**7.7.6** Existem muitas fontes de navegação possíveis e combinações dessas, dada a variedade de sensores e recursos que podem ser integrados à aeronave. Alguns desses sensores e recursos são muito semelhantes, mas têm diferenças sutis que são significativas. A

tripulação deve ter um anúncio claro e inequívoco de quais sensores/recursos estão sendo fornecidos pelo sistema de navegação. Isto pode ser conseguido por múltiplos anunciadores ou, para reduzir a complexidade do anunciador, através da remoção de algumas capacidades de navegação quando outras são adicionadas. As capacidades que não puderem ser anunciadas deverão ser removidas.

- 7.7.7** Para instalações de equipamentos GNSS stand alone interligados a outros instrumentos da aeronave para operações VFR ou IFR, não é exigida a colocação de placares informando as limitações operacionais do equipamento (VFR, IFR RNAV “X”, IFR RNP “X”, entre outras). Estas limitações, no entanto, devem estar explicitadas no Suplemento ao Manual de Voo da aeronave relativo à instalação.
- 7.7.8** A ocorrência de falha ou interrupção da informação de navegação proveniente do GNSS deverá ser anunciada ao piloto no indicador primário de navegação (EHSI/HSI, CDI, RMI ou display do tipo mapa de navegação), quando o GNSS estiver sendo usado como fonte de navegação.
- 7.7.9** A apresentação da informação de desvio lateral de curso no EHSI/HSI ou no CDI, com fonte de navegação GNSS, independe do curso selecionado. Portanto, se o curso selecionado estiver 180° defasado em relação ao curso real, a informação de desvio lateral de curso no EHSI/HSI ou no CDI será oposta à situação real. Como este fato torna o piloto susceptível a erro, é obrigatória a apresentação de uma nota no Suplemento ao Manual de Voo, informando esse fato.
- 7.7.10** Instalações GNSS stand alone interligados a outros instrumentos / equipamentos da aeronave requerem um Suplemento ao Manual de Voo da aeronave aprovado. O funcionamento do equipamento GNSS e os princípios de navegação empregados podem fazer referência ao Manual de Operação desse equipamento, o qual deverá estar disponível para o piloto, a bordo da aeronave.
- 7.7.11** É responsabilidade do requerente do processo de modificação assegurar a compatibilidade e a interface correta entre os equipamentos a bordo e os equipamentos GNSS, bem como apresentar essas informações para a oficina instaladora, através do manual de instalação/instruções de instalação do projeto de modificação. Para isto, recomenda-se fortemente observar o que os fabricantes de equipamentos GNSS definem como sistemas compatíveis nos manuais do equipamento GNSS, incluindo a versão do software e/ou os corretos part numbers, conforme aplicável.

*Nota: Para aeronaves Part 23 que possuem manual de operação (Pilot's Operating Handbook) conforme a norma GAMA Specification No. 1, as limitações citadas nos placares também devem ser incluídas no Suplemento ao Manual de Voo, conforme aplicáveis.*

## **7.8 CRITÉRIOS ESPECÍFICOS PARA GNSS INTERLIGADO, PARA VOO IFR**

- 7.8.1** Para GNSS interligado, para voo IFR, são válidos todos os critérios anteriormente para VFR, e devem ser considerados também os critérios a seguir:
- 7.8.2** Para a operação do GNSS o *database* do equipamento instalado na aeronave deverá estar atualizado. O Suplemento ao Manual de Voo tem de conter esta limitação.

- 7.8.3** Uma aeronave somente estará autorizada a voar uma aproximação usando GNSS com procedimento de aproximação por instrumento original do *database* de navegação do equipamento GNSS. Inserções manuais de procedimentos de aproximação são proibidas. O Suplemento ao Manual de Voo tem de conter esta limitação.
- 7.8.4** Durante a navegação PBN RNAV 5, caso ocorra uma perda da função de detecção RAIM, a posição GNSS pode continuar a ser utilizada para a navegação. A tripulação deverá executar uma verificação cruzada (*cross-check*) da posição da aeronave, com outras fontes de navegação (por exemplo, VOR, DME e/ou informações NDB). Caso contrário, a tripulação deve reverter para um meio alternativo de navegação. Para as demais operações PBN, caso a função RAIM fique indisponível, a navegação GNSS deverá ser abandonada. Esses procedimentos deverão constar do Suplemento ao Manual de Voo da aeronave, conforme aplicáveis.
- 7.8.5** Para equipamentos GNSS que utilizam RAIM para integridade, a disponibilidade da função RAIM deverá ser confirmada para o horário e local previsto (RAIM preditivo). Caso haja previsão de indisponibilidade da função RAIM, a navegação deverá ser planejada com a utilização de outros auxílios de navegação aérea. Este procedimento deverá constar do Suplemento ao Manual de Voo da aeronave.
- 7.8.6** Antes da execução de uma operação PBN utilizando o GNSS, as informações do *database* deverão ser comparadas com as informações constantes da carta de aproximação aplicável, incluindo transições, posição e altitude dos *waypoints*. Este procedimento deverá constar do Suplemento ao Manual de Voo da aeronave.
- 7.8.7** Aproximações IFR de não-precisão utilizando o GNSS deverão ser baseadas nos procedimentos de aproximação por instrumentos aprovados contidos no *database* do equipamento, não podendo ser realizadas com base em dados introduzidos manualmente. Este procedimento deverá constar do Suplemento ao Manual de Voo da aeronave.
- 7.8.8** Também deve haver uma limitação no Suplemento ao Manual de Voo, indicando que não é aceitável, para um aeroporto alternativo, um plano de voo para aproximação baseado em GNSS. O voo para esse aeroporto alternativo deve ser planejado usando um auxílio disponível no solo para a aproximação (exemplo: ADF, DME, entre outros). No entanto, quando no aeroporto alternativo, o piloto pode realizar uma aproximação GNSS se o equipamento indicar que a integridade (RAIM) está disponível para realizar essa aproximação.
- 7.8.8.1 Análise de falhas e classificação de falhas**
- 7.8.8.2** Para operações RNAV5, RNAV 2, RNAV 1, RNP 1 e/ou RNP APCH, a perda da função de navegação é tipicamente considerada como uma condição de falha *major* para a aeronave (ver AC 25,1309-1; AC 23,1309-1; AC 27-1, ou 29-2 AC, conforme o caso). Caso existam outros sistemas de navegação na aeronave, e seja possível reverter para os mesmos a fim de prosseguir para o destino ou alternativa, a perda pode ser considerada *minor*.
- 7.8.8.3** Dados de navegação são considerados errôneos (*misleading*) quando ocorrer erros de posição não anunciados. Para operações RNAV5, RNAV 2, RNAV 1, RNP 1 e/ou RNP APRCH, a apresentação de informações errôneas (*misleading*) à tripulação de voo é

considerada como uma condição de falha *major* para a aeronave.

## 8. VERIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO E DE SEU FUNCIONAMENTO NO SOLO

Como parte dos procedimentos para aprovação de instalações GNSS, as seguintes verificações no solo devem ser efetuadas:

- 8.1 Verificar a posição da antena, com o afastamento mínimo de 3 [pés] (aproximadamente 1,0 m) em relação a outras antenas, ou conforme recomendado pelo fabricante; selagem; reforço e vedação em aeronaves pressurizadas. O mínimo recomendado para afastamento entre cabos de antena e outros cabos é de 7,6 cm ou 3,0 pol. A antena não deve ser pintada.
- 8.2 Verificar a posição e inscrição dos placares aplicáveis.
- 8.3 Verificar a posição dos anunciadores de fonte de navegação e demais anunciadores e repetidores. Verificar a adequação das luzes e cores, conforme aplicável.
- 8.4 Verificar a localização e a fixação das caixas de transferência, relés, módulos de acoplamento, entre outros e a independência da proteção e alimentação elétricas das mesmas, conforme aplicável.
- 8.5 Verificar se os fios de alimentação e interface estão na bitola adequada e se são de qualidade aeronáutica;
- 8.6 Verificar identificação, valores, conformidade com o projeto e acesso aos disjuntores;
- 8.7 Verificar se o local de instalação do equipamento não está sujeito a condições ambientais excessivas (temperatura, pressão, umidade, entre outros) e se os limites de operação do equipamento são compatíveis com os limites ambientais onde será instalado na aeronave;
- 8.8 Verificar se o equipamento instalado não apresenta reflexos indesejáveis, se as suas informações são legíveis durante o dia e à noite (caso aplicável) e se os seus comandos são acessíveis e visíveis (inclusive disjuntores);
- 8.9 Verificar a variação de intensidade luminosa (DIM/BRT) do *Display* e anunciadores/avisos, bem como verificar se os anunciadores e demais anúncios luminosos possuem dispositivo de teste de lâmpadas (*test lamps*), conforme aplicável.
- 8.10 Verificar se o Manual de Operação do equipamento GNSS e demais funcionalidades instaladas (exemplo: adendo para TAWS, entre outros) estão a bordo da aeronave, anotando o número do P/N e da revisão em vigor (incluindo a data de aprovação);
- 8.11 Verificar se há interrupção do funcionamento do equipamento GNSS quando se abre o disjuntor ou quando a aeronave está em emergência elétrica;
- 8.12 Verificar os procedimentos de inicialização, autoteste, versão do *software*, validade do *database*, número de satélites capturados e qualidade dos sinais recebidos;
- 8.13 Verificar se o equipamento GNSS, quando operando, não causa interferência nos demais sistemas da aeronave (VHF, HF, VOR, DME, ADF, rádio altímetro e outros). O chaveamento de fontes elétricas (geradores, alternadores) não deverá influir

significativamente nas informações apresentadas pelo GNSS.

- 8.14** Para instalações GNSS devem ser verificadas as interferências harmônicas das frequências de VHF, conforme descrito nessa IS. É importante ressaltar que, nas instalações de sistemas GNSS para PBN, não é aceitável que o GNSS sofra interferência significativa de qualquer equipamento de bordo.

*Nota:* Um modelo de cartão de ensaios no solo é mostrado no Apêndice C desta IS.

## 9. TIPOS DE OPERAÇÕES E CRITÉRIOS ESPECÍFICOS PARA OPERAÇÕES PBN

- 9.1** Os critérios de aeronavegabilidade dependem do tipo de operação PBN pretendido pelo requerente. O tipo de operação, por sua vez, pode ser limitado pelas características do sistema e da aeronave. As operações PBN abordadas por este documento, com suas respectivas precisões e áreas de atuação, são apresentadas na Tabela 2.

Designação da Operação	Precisão Lateral da Navegação	Área de Aplicação
RNP 10 (RNAV 10)	10	Em rota – Oceânica / Remota
RNAV 5	5	Em rota – Continental
RNAV 1 e 2	1 e 2	Em rota – Continental / Área Terminal
RNP 4	4	Em rota – Oceânica / Remota
RNP 1	1	Área Terminal
RNP APCH	0.3	Aproximação
RNP AR APCH	0.5 – 0.1	
APV/BARO-VNAV	-	

**Tabela 2:** Áreas de aplicação e precisões laterais associadas aos procedimentos PBN.

*Nota:* Os valores de precisão lateral de navegação estão expressos em milhas náuticas (NM) mantidas por, pelo menos, 95% do tempo de voo, a partir do centro da trajetória desejada.

- 9.2** Embora as distintas operações PBN possuam aspectos em comum, o cumprimento aos critérios estabelecidos na presente IS deve ser satisfeito individualmente para cada uma das operações pretendidas. De tal maneira, exceto quando explicitamente declarado, a demonstração de conformidade com uma determinada operação PBN não garante a conformidade com as demais.
- 9.3** Ainda que a qualificação TSO dos equipamentos GNSS seja suficiente para demonstrar atendimento com parte dos critérios de desempenho e funcionalidade dos espaços RNP, muitos destes critérios dependem da integração dos componentes do equipamento e do equipamento à aeronave. Assim, é sempre necessário verificar o atendimento aos critérios de desempenho e funcionalidade desta IS a partir do equipamento instalado.

## 9.4 Critérios Específicos para operações PBN

### 9.4.1 Elegibilidade

A Tabela 3 a seguir define os tipos de equipamentos GNSS que são aceitos para utilização em cada tipo de operação PBN, desde que sua instalação seja realizada de acordo com esta IS, ou documento equivalente.

TIPO DE EQUIPAMENTO	RNAV 10 RNP 10	RNAV 5	RNAV 1 e 2	RNP 4	RNP 1 Básico	RNP 1 Avançado	RNP APCH
TSO-C129 (TR) – classe A1	A definir	X	X	A definir	X	A definir	X
TSO-C129 (TR) – classe A2	A definir	X		A definir		A definir	
TSO-C146 (TR) – classes gama 1, 2, 3	A definir	X	X	A definir	X	A definir	X

**Tabela 3: Tipos de equipamentos GNSS para operação PBN**

*Nota: Não há, até a data da publicação desta IS, cobertura SBAS/WAAS no Brasil. O requerente deve levar em consideração a necessidade de realização de ensaios de certificação caso queira obter a aprovação de um sistema SBAS/WAAS sem restrições.*

### 9.4.2 Precisão

Durante a operação PBN, o erro total lateral do sistema deve ser no máximo os valores apresentados na Tabela 4 a seguir durante 95% do tempo total de voo. O erro longitudinal também.

Erro máximo total lateral e longitudinal de sistema PBN (NM)								
RNAV 10 RNP 10	RNAV 5	RNAV 2	RNAV 1	RNP 4	RNP 1 Básico	RNP 1 Avançado	RNP APCH	
							(a)	(b)
A definir	±5	±2	±1	A definir	±1	A definir	±1	±0,3

- a) Segmentos inicial, intermediário e de aproximação perdida de um procedimento de aproximação.  
b) Segmento final de um procedimento de aproximação.

**Tabela 4: Erro máximo total lateral e longitudinal de sistema PBN durante 95% do tempo total de voo**

Para satisfazer o requisito de precisão, nas operações PBN do tipo RNP, o FTE, considerado isoladamente, não deve exceder os valores apresentados na Tabela 5 a seguir durante 95% do tempo total de voo.

Valor máximo de FTE (NM)				
RNP 4	RNP 1 Básico	RNP 1 Avançado	RNP APCH	
			(a)	(b)
A definir	0,5	A definir	0,5	0,25

- a) Segmentos inicial, intermediário e de aproximação perdida de um procedimento de aproximação.  
b) Segmento final de um procedimento de aproximação.

**Tabela 5: Valor máximo de FTE durante 95% do tempo total de voo para cumprimento de requisito de precisão de uma operação PBN do tipo RNP**

O uso de um indicador de desvio lateral com deflexão total para cada lado no valor especificado na Tabela 4 é um meio aceitável para comprovar que o FTE pode ser mantido dentro dos limites máximos previstos para cada tipo de operação PBN.

### 9.4.3 Integridade

Um mau funcionamento (*malfunction*) do sistema de navegação é considerado uma condição de falha *major* (a probabilidade deve ser inferior a  $10^{-5}$  por hora).

*Nota: Se o GNSS não atender ao critério de  $10^{-5}$  por hora, outros meios de navegação aprovados devem estar disponíveis na aeronave. A tripulação, neste caso, deve sempre considerar a possibilidade de perda do GNSS, de forma que deve prever, a partir de qualquer fase do voo, a possibilidade de reverter para outro meio de navegação e prosseguir para o destino ou a alternativa, utilizando-se deste meio. Esta observação deve ser acrescentada no Suplemento ao Manual de Voo, conforme aplicável.*

### 9.4.4 Continuidade

A perda da função de navegação é considerada uma condição de falha "minor" (a probabilidade deve ser inferior a  $10^{-3}$  por hora), desde que haja outro meio de navegação disponível, com o qual a tripulação possa seguir para uma alternativa e realizar um pouso seguro. Caso contrário, é considerada "major" (a probabilidade deve ser inferior a  $10^{-5}$  por hora).

### 9.4.5 Signal-In-Space

Ao usar um equipamento GNSS durante uma operação PBN, o equipamento de navegação da aeronave deve prover um alerta se a probabilidade do erro do sinal no espaço (*signal-in-space error*) causar um erro de posição lateral (TSE) maior que os valores apresentados na Tabela 6 exceder  $10^{-7}$  por hora.

Erro de posição lateral total (TSE) causado por <i>signal-in-space error</i> para geração de alerta - (NM)								
RNAV 10 RNP 10	RNAV 5	RNAV 2	RNAV 1	RNP 4	RNP 1 Básico	RNP 1 Avançado	RNP APCH	
							(a)	(b)
A definir	±10	±4	±2	A definir	±2	A definir	±2	±0,6

a) Segmentos inicial, intermediário e de aproximação perdida de um procedimento de aproximação.

b) Segmento final de um procedimento de aproximação.

**Tabela 6: Erro de posição lateral total (TSE) causado por *signal-in-space error* para geração de alerta**

### 9.4.6 Monitoramento de desempenho e alerta

O sistema PBN do tipo RNP, ou a combinação do sistema PBN do tipo RNP com a tripulação, devem oferecer alerta caso o requisito de precisão não seja atendido, ou caso a probabilidade de que o TSE lateral exceda os valores apresentados na Tabela 7 a seguir seja maior que  $10^{-5}$  por hora.

Valor máximo de TSE lateral para geração de alerta (NM)				
RNP 4	RNP 1 Básico	RNP 1 Avançado	RNP APCH	
			(a)	(b)
A definir	2	A definir	2	0,6

- a) Segmentos inicial, intermediário e de aproximação perdida de um procedimento de aproximação.  
b) Segmento final de um procedimento de aproximação.

**Tabela 7 – Valor máximo de TSE lateral para geração de alerta**

#### 9.4.7 Requisitos funcionais

##### 9.4.7.1 Dados de navegação de posição e falhas

A Tabela 8 a seguir apresenta os requisitos necessários para apresentação dos dados de navegação para uma operação PBN.

REQUISITO	RNAV 5	RNAV 1 e 2	RNP 1	RNP APCH
O sistema deve prover, no campo de visão primário, de forma contínua, as seguintes informações: indicação de TO-FROM; anúncios de falha; anúncios de <i>status</i> e integridade; e indicação de desvio lateral da aeronave em relação à rota a ser voada.	X	X	X	X
É necessário que a indicação de TO-FROM e os anúncios de falha sejam exibidos em conjunto com a indicação de desvio lateral.		X	X	X
As indicações de desvio lateral, TO-FROM e falha podem ser providas, por exemplo, por um indicador de desvio lateral do tipo CDI, HSI ou EHSI convencionais, ou por um <i>display</i> do tipo mapa de navegação.	X	X	X	X
Os anúncios de status incluem todos os estados ou modos que o sistema possui (ENR, TERM, APR, OBS, SUSP, AUTO, XTRK, entre outros). Qualquer estado ou modo que o sistema possua e que tenha influência na navegação deve ser incluído nesta definição, e deve ser anunciado no campo de visão primário.	X	X	X	X
Os indicadores de desvio lateral devem possuir limites de indicação e escala compatíveis com qualquer fase do voo (deve ser possível, em qualquer situação de desvio lateral, fazer uma leitura deste, de forma a identificar, com facilidade, clareza e resolução suficientes, a posição lateral da aeronave em relação à rota a ser voada, e em relação aos limites que devem ser mantidos).	X	X	X	X
A escala do indicador de desvio lateral deve corresponder a qualquer alerta e anúncio de limites, se instalados.	X	X	X	X
As escalas e os limites de indicação de desvio lateral podem ser ajustados manual ou automaticamente, de acordo com a fase de voo. Os limites de indicação devem ser conhecidos, ou serem disponibilizados num <i>display</i> , para a tripulação mensurar os valores de acordo com a fase de voo.	X	X	X	X
A indicação de desvio lateral do curso deve ser automaticamente escravizada ao GNSS. Caso haja um seletor de curso no indicador de desvio lateral (por exemplo, no caso de o indicador ser um HSI ou EHSI), é recomendado que a seleção de curso seja automática.	X			
A indicação de desvio lateral do curso deve ser automaticamente escravizada ao GNSS. Caso haja um seletor de curso no indicador de desvio lateral (por exemplo, no		X	X	X

REQUISITO	RNAV 5	RNAV 1 e 2	RNP 1	RNP APCH
caso de o indicador ser um HSI ou EHSI), é <b>fortemente</b> recomendado que a seleção de curso seja automática.				
Caso o requerente opte por utilizar um <i>display</i> do tipo mapa de navegação, o mesmo deve estar localizado no campo de visão primário e oferecer funcionalidades equivalentes às de um instrumento do tipo CDI, ou seja, deve ser possível, com a utilização de uma escala apropriada, em qualquer fase do voo e em qualquer situação de desvio lateral, identificar, com facilidade, clareza e precisão suficientes, a posição lateral da aeronave em relação à rota a ser voada e em relação aos limites que devem ser mantidos.	X	X	X	X

**Nota:** Para operações em que sejam requeridos dois pilotos, o sistema deve prover meios para o segundo piloto verificar a rota a ser voada e a posição da aeronave em relação à rota a ser voada.

**Tabela 8 – Requisitos necessários para apresentação dos dados de navegação de posição e de falhas para uma operação PBN**

#### 9.4.7.2 Banco de dados

A Tabela 9 a seguir apresenta os requisitos necessários para o banco de dados de um sistema PBN.

REQUISITO	RNAV 5	RNAV 1 e 2	RNP 1	RNP APCH
Meios para armazenamento de no mínimo quatro waypoints.	X			
Banco de dados de navegação, contendo os dados de navegação oficiais promulgado pela autoridade pertinente. Esse banco de dados deve ser protegido contra modificação que a tripulação pretenda fazer no mesmo.		X	X	X
Meio de exibir a data de validade do banco de dados de navegação. Nota: Os bancos de dados utilizados devem cumprir com a RTCA DO-200A ou EUROCAE ED76.		X	X	X
Meios para acessar o banco de dados e apresentar as informações de navegação armazenadas (procedimentos, auxílios, aeródromos e <i>waypoints</i> , entre outros).		X	X	X
Capacidade de carregar nos sistemas PBN, a partir do banco de dados de navegação, pelo nome e por inteiro, os procedimentos de navegação (por exemplo, procedimentos SID – <i>Standard Instrument Departure</i> e STAR – <i>Standard Terminal Arrive Route</i> ).		X	X	
Capacidade de carregar no sistema RNP APCH, a partir do banco de dados de navegação, pelo nome e por inteiro, os procedimentos de aproximação.				X
As rotas de navegação (exceto procedimentos SID e STAR) podem ser carregadas manualmente, <i>waypoint</i> por <i>waypoint</i> .		X		

**Tabela 9 – Requisitos necessários para o banco de dados de um sistema PBN**

#### 9.4.7.3 Apresentação de informações para a navegação

O sistema deve prover, em local visível, de forma contínua ou facilmente acessível, as seguintes informações contidas na Tabela 10, a seguir, conforme o tipo de operação PBN.

REQUISITO	RNAV 5	RNAV 1 e 2	RNP 1	RNP APCH
A identificação do próximo <i>waypoint</i> .		X	X	X
A velocidade no solo ou o tempo para o próximo <i>waypoint</i> .	X	X	X	X
A distância e a proa para o próximo <i>waypoint</i> .	X	X	X	X
A distância entre dois “ <i>waypoints</i> ” do plano de voo.				X

**Tabela 10 – Informações de navegação requeridas para operação PBN**

- 9.4.7.4** Capacidade de executar a função *DIRECT TO* (esta função não é obrigatória para operações PBN do tipo RNAV 5).
- 9.4.7.5** Capacidade de sequenciamento automático das pernas de navegação, bem como a capacidade de exibição (evidência) do sequenciamento executado à tripulação (por sequenciamento automático das pernas de navegação entende-se a transição de uma perna de navegação ativa à outra, na sequência e no momento adequado, com a consequente exibição do novo desvio de curso em relação à nova perna de navegação ativa) (esta função não é obrigatória para operações PBN do tipo RNAV 5).
- 9.4.7.6** Capacidade de executar os procedimentos de navegação conforme carregados a partir do banco de dados, incluindo a capacidade de realizar transições do tipo *fly-by* e *fly-over*, conforme definidas na RTCA/DO-236B, parágrafo 3.2.5.4.1 (esta função não é obrigatória para operações PBN do tipo RNAV 5).
- 9.4.7.7** Capacidade de executar automaticamente as transições conforme as seguintes definições da norma ARINC 424: *initial fix* (IF); *course to fix* (CF); *direct to fix* (DF); e *track to fix* (TF) (esta função não é obrigatória para operações PBN do tipo RNAV 5).

*Nota: A capacidade do sistema em executar automaticamente as transições acima não significa, necessariamente, que o sistema precisa estar acoplado a um DV ou PA. As transições podem ser executadas pela tripulação conforme indicações fornecidas pelo sistema.*

*Nota: Os segmentos de aproximação perdida de operações RNP APCH podem ser baseados em meios convencionais de navegação. Neste caso, os requisitos RNP APCH não são aplicáveis neste segmento.*

## 10. APÊNDICES

- 10.1** Apêndice A – LISTA DE REDUÇÕES
- 10.2** Apêndice B – REFERÊNCIAS
- 10.3** Apêndice C – LISTA DE PROCEDIMENTOS PARA ENSAIOS NO SOLO E EMI-EMC
- 10.4** Apêndice D – A DEFINIR
- 10.5** Apêndice E – EXEMPLO DE SUPLEMENTO AO MANUAL DE VOO

**11. DISPOSIÇÕES FINAIS**

- 11.1** Os casos omissos serão dirimidos pela ANAC.
- 11.2** Esta IS entra em vigor na data de sua publicação.

**APÊNDICE A – LISTA DE REDUÇÕES**

## A1. SIGLAS

ABAS	<i>Aircraft Based Augmentation System</i>
AC	<i>Advisory Circular (emitida pela FAA)</i>
ADF	<i>Automatic Direction Finder</i>
ADS-B	<i>Automatic Dependent Surveillance-Broadcast</i>
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CDI	<i>Course Deviation Indicator</i>
CFR	<i>Code of Federal Regulations</i>
CI	Circular de Informação
CST	Certificado Suplementar de Tipo
CT	Certificado de Tipo
DME	<i>Distance Measuring Equipment</i>
DV	Diretor de Voo
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
EHSI	<i>Electronic Horizontal Situation Indicator</i>
EMC	<i>Electromagnetic Compatibility</i>
EMI	<i>Electromagnetic Interference</i>
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FD	<i>Flight Director</i>
FGS	<i>Flight Guidance System</i>
FHA	<i>Functional Hazard Analysis</i>
FMS	<i>Flight Management System</i>
GBAS	<i>Ground Based Augmentation System</i>
GGCP	Gerência Geral de Certificação de Produtos Aeronáuticos da ANAC
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GPSS	<i>GPS Steering</i>
HF	<i>High Frequency</i>
HSI	<i>Horizontal Situation Indicator</i>
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i>
ILS	<i>Instrument Landing System</i>
INS	<i>Inertial Navigation System</i>
IRS	<i>Inertial Reference System</i>
IRU	<i>Inertial Reference Units</i>
IS	Instrução Suplementar
MFD	<i>Multifunction Displays</i>
MPH	Manual de Procedimentos para Homologação
MPR	Manual de Procedimentos
NAV	<i>Navigation</i>
NOTAM	<i>Notice to Airmen</i>
PA	Piloto Automático ( <i>Autopilot A/P</i> )
PBN	<i>Performance-Based Navigation</i>
PFD	<i>Primary Flight Display</i>
PST	Grupo de Certificação Suplementar de Tipo da ANAC-GGCP
RAIM	<i>Receiver Autonomous Integrity Monitoring</i>
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil

---

RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
RMI	<i>Radio Magnetic Indicator</i>
RNAV	<i>Area Navigation</i> (Navegação de Área)
RNP	<i>Required Navigation Performance</i> (Desempenho de Navegação Requerido)
RTCA	<i>Radio Technical Commission for Aeronautics</i>
SBAS	<i>Satellite Based Augmentation System</i>
SEGV00 001	Formulário de Registro de Grande Modificação e Grande Reparo
SID	<i>Standard Instrument Departure</i>
SSA	<i>System Safety Assessment</i>
SSO	Superintendência de Segurança Operacional da ANAC
STAR	<i>Standard Terminal Arrival Routes</i>
STC	<i>Supplemental Type Certificate</i> (emitido pela FAA, TCCA, EASA, e outras autoridades de aviação civil estrangeiras)
TAWS	<i>Terrain Awareness and Warning System</i>
TCCA	<i>Transport Canada Civil Aviation</i>
TSO	<i>Technical Standard Order</i>
TR	Todas as Revisões
VFR	<i>Visual Flight Rules</i>
VHF	<i>Very High Frequency</i>
VHF-COMM	<i>Very High Frequency Communication</i>
VOR	<i>VHF Omnidirectional Radio Range</i>
WAAS	<i>Wide Area Augmentation System</i>
WGS-84	<i>World Geodetic System 1984</i>

**APÊNDICE B - REFERÊNCIAS**

IS 21-010	Procedimentos para a aprovação de produtos aeronáuticos civis importados
CI 21-012	Orientação para Aprovação de Grandes Modificações pelas Gerências Regionais e SSO da ANAC
CI 21-013	Instruções para Obtenção de Aprovação de Instalações de Equipamentos de Navegação usando o <i>Global Positioning System</i> (GPS) - <b>Revogada</b>
CI 21-021	Apresentação de Dados Requeridos para Homologação Suplementar de Tipo
AC 21-2 (FAA)	<i>Export Airworthiness Approval Procedures</i>
AC 21.101-1(FAA)	<i>Advisory Material for the Establishment of the Certification Basis of Changed Aeronautical Products</i>
AC 43.13-2 (FAA)	<i>Acceptable Methods, Techniques, and Practices – Aircraft Alterations</i>
MPR 200	Certificação de Projeto de Tipo Brasileiro
MPR 400	Certificação Suplementar de Tipo
RBAC 01	Definições, Regras de Redação e Unidades de Medida
RBAC 21	Certificação de Produto Aeronáutico
RBAC 23	Requisitos de aeronavegabilidade: aviões categoria normal, utilidade, acrobática e transporte regional.
RBAC 25	Requisitos de aeronavegabilidade: aviões categoria transporte
RBAC 27	Requisitos de aeronavegabilidade: aeronaves de asas rotativas categoria normal.
RBAC 29	Requisitos de aeronavegabilidade: aeronaves de asas rotativas categoria transporte.
RBAC 39	Diretrizes de Aeronavegabilidade
RBHA 43	Manutenção, Manutenção Preventiva, Modificações e Reparos
RBHA 47	Funcionamento e Atividades do Registro Aeronáutico Brasileiro

**APÊNDICE C – CARTÃO DE TESTE PARA INSPEÇÃO E ENSAIOS NO SOLO**

**Introdução:** A intenção deste apêndice é fornecer um modelo para a elaboração de “cartões de testes” para a Inspeção e Ensaio no Solo e de EMI-EMC.

A elaboração de cartões de teste não exclui a necessidade da elaboração de uma Proposta de Ensaio no Solo e de EMI/EMC. A apresentação de cartões de testes preenchidos não exclui a necessidade da apresentação da Declaração de Conformidade bem como, se aplicável, de um Relatório com os Resultados da Inspeção e de Ensaio no Solo e de EMI/EMC.

Para ensaios de integração, é necessário descrever como o teste de integração foi realizado e qual foi o comportamento observado nesta falha. Exemplo: “Com o GNSS selecionado como fonte de navegação, ao desconectar o disjuntor ‘GPS 1’ do GNSS, aparece um ‘X’ vermelho no EHSI”.

Adicionar outras linhas/campos/folhas, se necessário. Verificar quais são os itens aplicáveis. Numerar as páginas do cartão. Exemplo: *Folha 01 de 04*

Este é apenas um exemplo, que deve ser adaptado levando em consideração a instalação efetuada e os manuais de instalação aplicáveis.

**Exemplo de Cabeçalho:**

CARTÃO DE TESTES PARA A INSPEÇÃO E ENSAIOS NO SOLO E DE EMI-EMC	
PROCESSO	Processo: H. ____ - ____ - ____      Requerente: _____ (Empresa que conduz o processo)
	Documento de Referência: _____ Rev. ____ Data: __/__/_____ (Lista Mestra de Documentos/Relatório de Engenharia)
AERONAVE	Fabricante: _____      Especificação: _____ <input type="checkbox"/> TCDS ou <input type="checkbox"/> EA/ER Base de certificação: _____ (RBAC/RBHA/FAR/JAR)
	Modelo: _____      Base da Aeronave (Segundo o Certificado de Matrícula): Pressurizada? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não      Cidade: _____ U.F. ____
	Protótipo? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não <b>1P</b> <input type="checkbox"/> ou <b>2P</b> <input type="checkbox"/> (Segundo o Certificado de Aeronavegabilidade)
	Matrícula: _____      Proprietário/Operador: _____
	Número de Série: _____
SISTEMA	Descrição do Sistema: _____ _____ _____
PARTICIPANTES	Nome _____ Função _____
	Nome _____ Função _____
LOCAL	Local da Inspeção / Ensaio: _____
	Data da Inspeção / Ensaio: __/__/_____ _____
<i>Folha 01 de 04</i>	

**Exemplo de roteiro para inspeção:**

INSPEÇÃO	Inspeção	Sat.	Não Sat.																		
	Posição da antena do GNSS ( <i>afastamento de outras: 3 pés</i> )																				
	Selagem, reforço e vedação da antena																				
	Cabos da antena do GNSS afastados dos outros ( <i>mínimo 7,6 cm ou 3 pol.</i> )																				
	Fios de alimentação com bitola adequada e de qualidade aeronáutica																				
	Posição e independência da alimentação das caixas de transferência																				
	Posição e inscrição dos placares ( <i>listar os placares instalados</i> ) _____																				
	_____																				
	_____																				
	_____																				
	Posição dos anunciadores de fonte de navegação ( <i>listar os anunciadores instalados</i> )																				
	_____																				
	_____																				
	Posição dos demais anunciadores ( <i>listar os anunciadores instalados</i> )																				
	_____																				
	_____																				
	Posição do display do GNSS <b>Instalado no campo de visão primário</b> <input type="checkbox"/> <i>sim</i> <input type="checkbox"/> <i>não</i>																				
	<b>Disjuntores</b> ( <i>Completar a tabela</i> )																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Identificação</th> <th>Valor (A)</th> <th>Conformidade com o projeto e acesso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Identificação	Valor (A)	Conformidade com o projeto e acesso																	
Identificação	Valor (A)	Conformidade com o projeto e acesso																			
	Comandos acessíveis																				
	Fixação de todos os componentes do sistema																				
	Verificar se o local de instalação do equipamento não está sujeito a condições ambientais excessivas (temperatura, pressão, umidade, entre outros) e se os limites de operação do equipamento são compatíveis com os limites ambientais onde será instalado na aeronave.																				
	Coerência com Relatório Técnico de Instalação, Desenhos e Suplemento ao Manual de Voo																				
	Manual de Operação do equipamento a bordo ( <i>Completar a tabela</i> )																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nome</th> <th>Part Number</th> <th>Revisão</th> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td>__/__/____</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td>__/__/____</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td>__/__/____</td> </tr> </tbody> </table>	Nome	Part Number	Revisão	Data				__/__/____				__/__/____				__/__/____				
Nome	Part Number	Revisão	Data																		
			__/__/____																		
			__/__/____																		
			__/__/____																		

Folha 02 de 04

Alguns itens podem não ser aplicáveis

## Exemplo de roteiro para ensaios:

ENSAIOS	Ensaio	Sat.	Não Sat.
		Procedimentos de inicialização/autoteste	
	Versões dos <i>softwares</i> (anotar versão/data, conforme aplicável)		
	Validade dos bancos de dados (anotar versão/data, conforme aplicável)		
	Variação de intensidade luminosa (“DIM/BRT”) do <i>Display</i> e anunciadores/avisos (Descrever como é efetuado o teste)		
	_____		
	_____		
	Teste da iluminação dos anunciadores (Descrever como é efetuado o teste) _____		
	_____		
	Reflexos indesejáveis no <i>display</i> e nos anunciadores		
	Adequação das luzes e cores dos anunciadores		
	Integração com altímetro com codificador (Descrever teste de integração) _____		
	_____		
	Integração com Sistema de Áudio (Descrever teste de integração) _____		
	_____		
	Integração com MFD (Descrever teste de integração) _____		
	_____		
	Integração com HSI (Descrever teste de integração) _____		
	_____		
	Integração com _____ (Descrever teste de integração)		
	_____		
	Número de satélites capturados (anotar)		
	Qualidade de sinais recebidos (anotar)		
	Verificação de existência de interferência mútua entre GNSS e outros equipamentos de bordo (Dentre os testes com outros equipamentos verificar as frequências 121.150 / 121.175 / 121.185 / 121.190 / 121.200 / 130.285 / 131.250 / 131.275 / 131.290 / 131.300 MHz para todos os VHF-COMM existentes, durante uma transmissão contínua de 35s).		
	Piloto Automático sai do modo NAV na troca de fonte de navegação (GNSS/VOR-ILS e VOR-ILS/GNSS) (GNSS/ILS) <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não		
	Interrupção do funcionamento do GNSS na abertura do disjuntor e na condição de aeronave em emergência		
	Conformidade das integrações e do funcionamento com Relatórios Técnicos e com Suplemento ao Manual de Voo		

Folha 03 de 04

Alguns itens podem não ser aplicáveis

**Exemplo de rodapé:**

<b>COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES</b>	<b>Comentários e conclusões</b>
<b>PENDÊNCIAS</b>	<b>Pendências</b>
<b>APROVAÇÃO</b>	Não requer voo <input type="checkbox"/>
	Cartão elaborado por: _____ Data ____/____/____
	Inspeção e Ensaios realizados por: _____ Data ____/____/____
	Resultado obtido aprovado por: _____ Data ____/____/____
<i>Folha 04 de 04</i>	

**APÊNDICE D – A DEFINIR**

**Intencionalmente em branco**

---

## **APÊNDICE E – EXEMPLO DE SUPLEMENTO AO MANUAL DE VOO**

### **Introdução**

Este modelo tem o objetivo de servir como guia para a elaboração e avaliação do Suplemento ao Manual de Voo das instalações de equipamentos usando GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) *stand alone* para operações PBN (*Performance-Based Navigation*).

A intenção deste apêndice é fornecer uma orientação geral para a criação de um Suplemento ao Manual de Voo. A informação e estrutura abaixo não se destinam a cobrir todas as possíveis integrações nas aeronaves ou a capacidade total dos equipamentos e não devem ser interpretadas de forma a limitar o teor incluído em um Suplemento ao Manual de Voo. A linguagem e estrutura deste modelo devem ser adaptadas conforme a instalação, a capacidade dos equipamentos e respectivas limitações.

Recomenda-se utilizar o estilo de texto Normal (Arial 10 normal).

Entre os sinais “<” e “>” há a definição do que deverá ser escrito conforme cada instalação (equipamento GNSS, *displays*, chaves, anunciadores, modo de operação, entre outros).

O texto em itálico e entre parênteses fornece maiores explicações sobre o texto que deverá ser inserido no suplemento.

(para H.20)

<INSERIR O EXPLORADOR DA AERONAVE>  
<INSERIR O ENDEREÇO DO EXPLORADOR DA AERONAVE>

MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC

(para H.02)

<INSERIR O REQUERENTE>  
<INSERIR O ENDEREÇO DO REQUERENTE>

MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC

<INSERIR O FABRICANTE E O TIPO DA AERONAVE>

#### EQUIPADO COM

<INSERIR A MARCA / MODELO / FABRICANTE DO EQUIPAMENTO GNSS>

SUPLEMENTO Nº <INSERIR O NÚMERO DO PROCESSO>/ANAC/<ANO DA APROVAÇÃO DESTE SUPLEMENTO (Exemplo: H.XX-XXXX-X/ANAC/20XX)>

Este Suplemento é aprovado pela ANAC de acordo com o RBAC 21 e deve ser anexado ao Manual de Voo da aeronave abaixo especificada, quando o Sistema <inserir a marca / modelo / fabricante do equipamento GNSS> estiver instalado na aeronave.

Aprovação ANAC:

<inserir o nome do Gerente de Programa da GGCP>  
Gerente de Programa

Data: <inserir a data de aprovação (dia com dois algarismos, mês com três letras e ano com quatro algarismos, separados por "/". Exemplo: "08/mai/2012")>.

Tipo da Aeronave: <inserir o tipo da aeronave>

Número de Série: <inserir o número de série da aeronave (somente para processos H.20)>>

Marcas: <inserir as marcas de matrícula da aeronave (somente para processos H.20)>

Esta aeronave deve ser operada de acordo com as limitações e as instruções do Manual de Voo e com as adições ou os cancelamentos estabelecidos neste Suplemento.

*(para H.20)*

&lt;INSERIR O EXPLORADOR DA AERONAVE&gt;

&lt;INSERIR O ENDEREÇO DO EXPLORADOR DA AERONAVE&gt;

MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC*(para H.02)*

&lt;INSERIR O REQUERENTE&gt;

&lt;INSERIR O ENDEREÇO DO REQUERENTE&gt;

MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC**LISTA DE PÁGINAS EFETIVAS**

PÁGINA	REVISÃO	DATA
1	Original	
2	Original	
3	Original	
4	Original	
5	Original	
6	Original	

**LISTA DE REVISÕES APROVADAS**

REV. N°	PÁGINAS REVISADAS	DESCRIÇÃO	APROVAÇÃO*	DATA

\*Gerente de Programa

*(para H.20)*<INSERIR O EXPLORADOR DA AERONAVE>  
<INSERIR O ENDEREÇO DO EXPLORADOR DA AERONAVE>MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC*(para H.02)*<INSERIR O REQUERENTE>  
<INSERIR O ENDEREÇO DO REQUERENTE>MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC**SEÇÃO 1 - GENERALIDADES**

- 1.1 Este suplemento fornece as informações necessárias à operação da aeronave, quando o <inserir o modelo e o fabricante do equipamento GNSS> estiver instalado. As informações contidas neste suplemento devem ser utilizadas em conjunto com o Manual de Voo completo da aeronave.
- 1.2 Este suplemento foi aprovado como parte integrante e permanente do Manual de Voo, nele devendo permanecer inserido sempre que o <inserir o modelo e o fabricante do equipamento GNSS> estiver instalado.
- 1.3 O <inserir o modelo e o fabricante do equipamento GNSS> é constituído de <listar os itens que constituem o equipamento>.
- 1.4 O <inserir o modelo e o fabricante do equipamento GNSS> tem a finalidade de fornecer ao piloto informações de posição para navegação, recebidas através de sinais provenientes de satélites. Os planos de voo são inseridos na unidade receptora através dos *waypoints* a serem voados. Um *display* tipo CDI no receptor de GPS fornece informações de desvio de curso, que também são repetidas no <EHSI ou HSI ou CDI ou outro dispositivo> da aeronave quando o o GPS estiver selecionado como fonte de navegação.
- 1.5 As informações de navegação são baseadas no sistema de referência WGS-84, e somente poderão ser usadas onde as Cartas Aeronáuticas também sejam baseadas no sistema de referência WGS-84.
- 1.6 ***(somente para equipamentos GNSS que cumprem a TSO-C129:)*** O <inserir o modelo e o fabricante do equipamento GNSS> foi fabricado e instalado de acordo com a TSO-C129 <informar a revisão pertinente> e satisfaz o que está estabelecido na IS-21-013 para navegação IFR com fonte de navegação GNSS em operações <inserir a operação PBN aprovada (exemplo: RNAV 10, RNAV 5, RNAV 1, RNAV 2, RNAV 1&2, RNP 4, RNP 1, RNP APCH)>. *(somente para aprovações IFR – para aprovações limitadas para operação VFR, excluir este parágrafo)*
- 1.7 ***(somente para equipamentos GNSS que cumprem a TSO-C129:)*** A operação em aproximações de não-precisão inclui aquelas baseadas em auxílios à navegação convencionais onde haja a expressão “ou GPS” no seu título e aquelas que contêm a expressão “GPS”, “RNAV(GPS)” e “RNAV(GNSS)” no seu título para procedimentos com mínimos estabelecidos para navegação lateral “LNAV” *(essa frase deverá ser excluída caso a instalação não esteja aprovada para aproximação de não-precisão/RNP-PCH)*.
- 1.8 ***(somente para equipamentos GNSS que cumprem a TSO-C145 ou TSO-C146:)*** O <inserir o modelo e o fabricante do equipamento GNSS> foi fabricado e instalado de acordo com a <inserir o número da TSO (TSO-C145 ou TSO-C146, conforme o caso)> <informar a revisão pertinente> e satisfaz o que está estabelecido na IS-21-013 para navegação IFR com fonte de navegação GPS em operações <inserir a operação PBN aprovada (exemplo: RNAV 10, RNAV 5, RNAV 1, RNAV 2, RNAV 1&2, RNP 4, RNP 1, RNP APCH)>. *(somente para aprovações IFR – para aprovações limitadas para operação VFR, excluir este parágrafo)*
- Nota: A função SBAS (Satellite Based Augmentation System) não está aprovada para utilização nesta instalação.*
- 1.9 ***(somente para equipamentos GNSS que cumprem a TSO-C145 ou TSO-C146:)*** A operação em aproximações de não-precisão inclui aquelas baseadas em auxílios à navegação convencionais onde haja a expressão “ou GPS” no seu título e aquelas que contêm a expressão “GPS”, “RNAV(GPS)” e “RNAV(GNSS)” para procedimentos com mínimos estabelecidos levando-se em conta somente navegação lateral “LNAV” *(este parágrafo deverá ser excluída caso a instalação não esteja aprovada para aproximação de não-precisão RNP-APCH)*.
- 1.10 ***(somente para instalações restritas à utilização do GNSS em operações VFR:)*** O sistema

*(para H.20)*<INSERIR O EXPLORADOR DA AERONAVE>  
<INSERIR O ENDEREÇO DO EXPLORADOR DA AERONAVE>MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC*(para H.02)*<INSERIR O REQUERENTE>  
<INSERIR O ENDEREÇO DO REQUERENTE>MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC

<inserir o modelo e o fabricante do equipamento GNSS> foi fabricado e instalado de acordo com a <inserir o número da TSO> <informar a revisão pertinente> e satisfaz o que está estabelecido na IS-21-013 somente para operação VFR.

1.11 &lt;listar os equipamentos que estão interligados ao equipamento GNSS&gt;

1.12 &lt;informar de forma sucinta como é a ligação do GNSS com o piloto automático/diretor de voo (somente se tal ligação existir)&gt;

## SEÇÃO 2 - LIMITAÇÕES

- 2.1 O Manual do Operador do <inserir o modelo do equipamento GNSS> do < fabricante do equipamento GNSS>, PN <inserir o número do PN do manual do operador>, datado de <inserir a data de aprovação no manual de operação (caso já exista revisão aprovada, não mencionar a data de aprovação do manual, mas sim inserir o número da revisão e sua data de aprovação. Exemplo: Revisão B, datada de 03 fev 2007)>, ou revisões posteriores aprovadas, deve estar imediatamente disponível para a tripulação durante o voo a bordo da aeronave.
- 2.2 O <inserir o modelo do equipamento GNSS> deve utilizar a versão <inserir a identificação da versão> do software <inserir o nome do software>.
- 2.3 Para utilização da fonte de navegação GPS, o banco de dados instalado no equipamento GNSS tem de estar atualizado.
- 2.4 A atualização de dados e a operação do <inserir o modelo do equipamento GNSS> no modo de manutenção são proibidas durante operação normal da aeronave em voo (essa limitação deverá ser inserida sempre que for possível ao piloto acessar a página de manutenção do equipamento em voo).
- 2.5 Outros meios de navegação disponíveis, apropriados e aprovados para a navegação pretendida devem estar instalados e operativos, e deve ser possível, a partir de qualquer ponto da navegação, prosseguir ao destino ou à alternativa utilizando tais meios de navegação. (somente para aprovações IFR – para aprovações limitadas para operação VFR, excluir este parágrafo)
- 2.6 A instalação do <inserir o modelo do equipamento GNSS> está aprovada somente para operação VFR. É proibida a operação IFR utilizando o GNSS como meio de navegação (essa limitação é válida somente para as instalações que não estão aprovadas para operação IFR).
- 2.7 A altitude geométrica fornecida pelo equipamento GNSS não é adequada para o controle de tráfego aéreo. O altímetro barométrico tem de ser usado para o controle de tráfego aéreo. Portanto, é proibido o uso da altitude fornecida pelo equipamento GNSS para navegação.
- 2.8 A utilização do modo de navegação <inserir o modo de navegação do piloto automático pertinente para a realização de um procedimento de aproximação> do piloto automático é obrigatória durante a realização de um procedimento de aproximação quando operando RNP APCH (limitação válida somente para as operações RNP APCH em que os requisitos para cumprimento do TSE máximo somente foi possível com a utilização do piloto automático).
- 2.9 O curso GPS deverá ser selecionado no indicador de navegação sempre que o modo de navegação <indicar o modo GPSS/GPS, ou outro modo onde o PA/DV segue o GNSS, independente da fonte selecionada no CDI/HSI/EHSI, entre outros > for acoplado. (essa limitação é válida somente para os casos onde exista a possibilidade de o piloto automático/diretor de voo seguir uma fonte de navegação concomitantemente com a possibilidade de seleção de uma fonte de navegação no instrumento de navegação diferente daquela que o piloto automático/diretor de voo está seguindo).
- 2.10 A seleção do modo cursor automático no <inserir o instrumento de navegação - EHSI, HSI ou CDI> é obrigatória antes da operação IFR com fonte de navegação GPS em procedimento de aproximação de não-precisão (limitação válida somente para aprovações de operação RNP APCH).

(para H.20)

<INSERIR O EXPLORADOR DA AERONAVE>  
<INSERIR O ENDEREÇO DO EXPLORADOR DA AERONAVE>

MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC

(para H.02)

<INSERIR O REQUERENTE>  
<INSERIR O ENDEREÇO DO REQUERENTE>

MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC

- 2.11 Os procedimentos de subida (SID) e procedimentos de descida (STAR) utilizando GNSS como fonte de navegação deverão ser executados conforme as cartas aprovadas contidas no banco de dados do equipamento GNSS, não podendo ser realizadas com base em dados introduzidos manualmente *(limitação válida somente para aprovações de operação RNAV 1 e RNP 1)*.
- 2.12 Os procedimentos de subida (SID), procedimentos de descida (STAR) e procedimentos de aproximações de não precisão utilizando o GNSS deverão ser executados conforme as cartas aprovadas contidas no banco de dados do equipamento GNSS, não podendo ser realizadas com base em dados introduzidos manualmente *(limitação válida somente para aprovações de operação RNAV 1 e RNP 1)*.
- 2.13 As informações provenientes do modo de gerenciamento de combustível do equipamento GNSS (autonomia, combustível restante, entre outras) não devem ser usadas para efeito de planejamento e controle da navegação.
- 2.14 As informações provenientes do modo de navegação vertical do equipamento GNSS não substituem as informações providas pelo altímetro primário da aeronave para efeito de separação vertical com o terreno.
- 2.15 A operação da função SBAS do <inserir o modelo e o fabricante do equipamento GNSS> não está aprovada *(limitação válida somente para equipamentos GNSS que possuam a função SBAS)*.
- 2.16 A função SBAS do <inserir o modelo e o fabricante do equipamento GNSS> deve estar desabilitada durante o voo *(limitação válida somente para equipamentos GNSS que possuam a função SBAS)*.
- 2.17 São proibidas aproximações ILS, LDA ou SDF utilizando o GNSS como fonte de navegação *(limitação válida somente para aprovações de operação RNP APCH)*.
- 2.18 O uso do <inserir o modelo e o fabricante do equipamento GNSS> não substitui as cartas aeronáuticas em vigor *(limitação válida quando o equipamento GNSS apresentar cartas de navegação)*.
- 2.19 O piloto deverá desacoplar o modo de navegação do piloto automático/diretor de voo sempre que a fonte de navegação GNSS for selecionada para navegação. *(limitação válida somente para os casos onde não haja a anúncio clara dos modos de operação do PA/DV)*
- 2.20 <Incluir qualquer limitação adicional relacionada com a instalação em questão>

### SEÇÃO 3 - PROCEDIMENTOS ANORMAIS E DE EMERGÊNCIA

- 3.1 Se a fonte de navegação GNSS do <inserir o modelo do equipamento> não estiver disponível ou for inválida, use os outros equipamentos de navegação apropriados que estiverem operacionais.
- 3.2 Durante as operações PBN RNAV 5 ou RNAV 2, caso ocorra perda da função de monitoramento da integridade (função RAIM - *Receiver Autonomous Integrity Monitoring*), o piloto deverá reverter para um meio de navegação alternativo apropriado e aprovado para a fase de voo ou realizar a cada 15 minutos uma comparação da navegação GPS com os meios de navegação alternativos. *(limitação válida somente para aprovações de operação PBN RNAV 5 e RNAV 2)*.
- 3.3 Para as operações PBN RNAV 1, RNP 1 ou RNP APCH, caso ocorra a perda da função de monitoramento da integridade (RAIM), a navegação GNSS deverá ser abandonada. *(limitação válida para todas as aprovações de operação PBN, exceto RNAV 5 ou RNAV 2)*.
- 3.4 <incluir qualquer outro procedimento anormal ou de emergência pertinente>

(para H.20)

<INSERIR O EXPLORADOR DA AERONAVE>  
<INSERIR O ENDEREÇO DO EXPLORADOR DA AERONAVE>

MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC

(para H.02)

<INSERIR O REQUERENTE>  
<INSERIR O ENDEREÇO DO REQUERENTE>

MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC

#### SEÇÃO 4 - PROCEDIMENTOS NORMAIS

- 4.1 Os procedimentos normais de operação do sistema estão definidos no manual do operador do equipamento <inserir o modelo do equipamento GNSS> do < fabricante do equipamento GNSS>, PN <inserir o número do PN do manual do operador>, datado de <inserir a data de aprovação no manual de operação (caso já exista revisão aprovada, não mencionar a data de aprovação do manual, mas sim inserir o número da revisão e sua data de aprovação. Exemplo: Revisão B, datada de 03 fev. 2007) >, ou revisões posteriores aprovadas.
- 4.2 <descrever a sequência de eventos do modo aproximação do equipamento GNSS (somente para aprovações de operação RNP APCH) >
- 4.3 Anunciadores (aplicável somente nos casos de instalações com anunciadores externos)
- Aproximação de um Waypoint: <descrever o anunciador>
  - Mensagens: <descrever o anunciador>
  - Modo de Aproximação: <descrever o anunciador>
  - <descrever todos os demais anunciadores externos existentes>
- 4.4 Chaves do Sistema (aplicável somente nos casos de instalações com chaves externas)
- <descrever a função e o uso da chave de seleção de fonte de navegação>
  - <descrever todas as demais chaves existentes – função e uso>
- 4.5 Acoplamento do piloto automático/diretor de voo: <descrever os procedimentos de acoplamento da fonte de navegação GPS ao diretor de voo/piloto automático>.
- 4.6 <incluir procedimento para desabilitar a função SBAS do equipamento GNSS> (procedimento válido somente para equipamentos GNSS que possuam a função SBAS).
- 4.7 Aproximações IFR de não-precisão utilizando o GNSS como meio de navegação deverão ser baseadas nos procedimentos de aproximação por instrumentos aprovados contidos no “database” do equipamento, não podendo ser realizadas com base em dados introduzidos manualmente. (procedimento válido para as aprovações de operação PBN RNP PCH)
- 4.8 <descrever quais são os efeitos sobre qualquer sistema afetado com a perda das saídas do GNSS, as indicações que devem ser esperadas se as saídas GNSS forem interrompidas, e os procedimentos aplicáveis para a tripulação de voo>
- 4.9 Para equipamentos GNSS que utilizam RAIM para integridade, a disponibilidade da função RAIM deverá ser confirmada para o horário e local previsto (RAIM preditivo). Caso haja previsão de indisponibilidade da função RAIM, a navegação deverá ser planejada com a utilização de outros auxílios de navegação aérea.
- 4.10 As informações do database deverão ser comparadas com as informações constantes da carta de aproximação aplicável, incluindo transições e posição dos waypoints.
- 4.11 Não é aceitável, para um aeroporto alternativo, um plano de voo para aproximação baseado em GNSS. O voo para esse aeroporto alternativo deve ser planejado usando um auxílio disponível no solo para a aproximação (exemplo: ADF, DME, entre outros). No entanto, quando no aeroporto alternativo, o piloto pode realizar uma aproximação GNSS se o equipamento indicar que a integridade (RAIM) está disponível para realizar essa aproximação. (procedimento válido para as aprovações de operação PBN RNP PCH)
- 4.12 <incluir qualquer outro procedimento normal necessário>

(para H.20)

<INSERIR O EXPLORADOR DA AERONAVE>  
<INSERIR O ENDEREÇO DO EXPLORADOR DA AERONAVE>

MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC

(para H.02)

<INSERIR O REQUERENTE>  
<INSERIR O ENDEREÇO DO REQUERENTE>

MANUAL DE VOO  
SUPLEMENTO ANAC

## SEÇÃO 5 - DESEMPENHO

Não aplicável.

## SEÇÃO 6 - PESO E BALANCEAMENTO

<referenciar os dados de peso e balanceamento atualizados, se aplicável. Caso não seja necessário referenciar os dados de peso e balanceamento referentes ao sistema instalado, escrever "Não aplicável" >.

## SEÇÃO 7 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA

7.1 Para conhecimento detalhado do equipamento GNSS, consultar o Manual do Operador do <inserir o modelo do equipamento GNSS> do < fabricante do equipamento GNSS>, PN <inserir o número do PN do manual do operador>, datado de <inserir a data de aprovação no manual de operação (caso já exista revisão aprovada, não mencionar a data de aprovação do manual, mas sim inserir o número da revisão e sua data de aprovação. Exemplo: Revisão B, datada de 03 fev. 2007) >, ou revisões posteriores aprovadas.

<descrever sucintamente a finalidade e a constituição do sistema de navegação PBN>

<listar os equipamentos e instrumentos que estão interligados com o equipamento GNSS>

<quando houver acoplamento com o piloto automático/diretor de voo, descrever como é o acoplamento e o que ocorre quando há perda de sinal GNSS ou falha do equipamento GNSS quando o piloto automático/diretor de voo estiver acoplado>

<descrever todos os anunciadores e chaves externas instaladas ligadas ao equipamento GNSS>

<descrever como é feito o teste de lâmpada dos anunciadores >

<descrever como é feito o controle de luminosidade dos anunciadores >

<descrever a alimentação do sistema, barramentos e disjuntores/fusíveis (valores e identificação) >