

**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**  
**CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR**

**2014/2015**



**TII**

**PROCEDIMENTOS RNAV (GNSS) PARA OS AERÓDROMOS  
DA FORÇA AÉREA**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUÊNCIA  
DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR, NÃO  
CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DAS FORÇAS ARMADAS  
PORTUGUESAS E DA GUARDA NACIONAL REPUBLICANA.**



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**PROCEDIMENTOS RNAV (GNSS) PARA OS  
AERÓDROMOS DA FORÇA AÉREA**

**CAP/TOCART Paulo Alexandre Lopes Fernandes**

Trabalho de Investigação Individual do CPOS FA 14/15

Pedrouços 2015



## **INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

# **PROCEDIMENTOS RNAV (GNSS) PARA OS AERÓDROMOS DA FORÇA AÉREA**

**CAP/TOCART Paulo Alexandre Lopes Fernandes**

Trabalho de Investigação Individual do CPOSFA 14/15

Orientador: TCOR/ADMAER Nuno Alexandre Cruz dos Santos

Pedrouços 2015



## **Agradecimentos**

Um agradecimento especial ao meu camarada e amigo de longa data António Vieira Cardoso, sempre disponível para todas as solicitações.

Aos entrevistados, nomeadamente ao TCOR Rui Marques e ao MAJ Vítor Marques pelos seus contributos que muito enriqueceram este trabalho e ao SAJ José Antunes pela colaboração prestada.

Aos orientadores, TCOR António Eugénio que participou no início deste percurso e ao TCOR Cruz dos Santos pela forma atenta e dedicada com que sempre acompanhou e apoiou o desenrolar deste trabalho.

À família, em especial à minha mulher Cristina e aos meus filhos Beatriz e Afonso pela paciência e compreensão demonstradas perante a minha ausência e falta de disponibilidade.

Aos amigos com quem deixei de privar mas que sempre me apoiaram.



## Índice

Introdução.....	1
1. Caraterização das Aproximações <i>RNAV</i> .....	4
a. Revisão da literatura.....	4
b. Aproximações <i>RNAV (GNSS)</i> .....	5
2. A realidade portuguesa.....	8
a. Aproximações <i>RNAV</i> no âmbito civil.....	8
b. Aproximações nos aeródromos militares.....	10
3. Análise e resultados.....	11
a. Viabilidade técnica.....	11
(1) <i>Design</i> de procedimentos.....	11
(2) Qualidade do sinal <i>GNSS</i> .....	12
b. Impacto na operação.....	16
(1) Elementos operacionais.....	16
(2) Segurança de voo.....	20
c. <i>RNAV</i> e ajudas convencionais.....	23
(1) Ajudas de não-precisão.....	23
(2) Ajudas de precisão.....	24
(3) Equipamentos de navegação.....	25
d. Resumo da análise.....	26
Conclusões.....	27
Bibliografia.....	32

## Índice de Anexos

Anexo A – Quadro Concetual.....	Anx A-1
Anexo B – Entrevista ao Chefe do CGTA.....	Anx B-1
Anexo C – Entrevista ao responsável do INAC, I.P. ....	Anx C-1
Anexo D – Entrevista ao Chefe da SCNVA da DCSI.....	Anx D-1



---

Anexo E – Entrevista ao Coordenador do NTE da DEP.....	Anx E-1
Anexo F – Entrevista ao Adjunto para o Tráfego Aéreo da DIVOPS.....	Anx F-1
Anexo G – Glossário.....	Anx G-1
Anexo H – Requisitos e performance do <i>SoL Service</i> .....	Anx H-1
Anexo I – Curso de Procedimentos <i>RNAV</i> da <i>ENAC</i> .....	Anx I-1

## Índice de Figuras

Figura nº 1 – Classificação das aproximações por instrumentos.....	5
Figura nº 2 – Tipos de <i>RNP APCH</i> descritos no <i>ICAO PBN Manual</i> .....	6
Figura nº 3 – <i>MDA/H</i> e <i>DA/H</i> .....	7
Figura nº 4 – Carta <i>RNAV (GNSS)</i> - mínimos de aproximação.....	7
Figura nº 5 – Tipos de aproximação <i>RNAV</i> .....	8
Figura nº 6 – Sistemas de incremento do sinal <i>GNSS</i> .....	13
Figura nº 7 – Sistemas <i>SBAS</i> .....	13
Figura nº 8 – Disponibilidade do <i>EGNOS</i> para <i>NPA</i> e <i>APV</i> .....	14
Figura nº 9 – Continuidade do <i>EGNOS</i> para <i>NPA</i> e <i>APV</i> .....	15
Figura nº 10 – Navegação convencional comparada com <i>PBN (RNAV/RNP)</i> .....	16
Figura nº 11 – Aumento da capacidade do espaço aéreo.....	17
Figura nº 12 – <i>DH</i> mínima por tipo de aproximação.....	18

## Índice de Tabelas

Tabela nº 1 – Aproximações <i>RNAV</i> em Portugal.....	9
Tabela nº 2 – Aproximações por instrumentos nos aeródromos da FA.....	10
Tabela nº 3 – Ajudas à navegação nos aeródromos da FA.....	10



## **Resumo**

A navegação de área (*RNAV*) baseada no sensor *GNSS* (*Global Navigation Satellite System*), apresenta-se hoje como alternativa aos procedimentos de aproximação por instrumentos convencionais. Este tipo de navegação aérea permite obter níveis elevados de precisão, no guiamento lateral e vertical das aproximações para as pistas.

Questões como a disponibilidade do sinal, as infraestruturas de navegação e a certificação de aeronaves, assumem especial importância no âmbito militar. Outras considerações de ordem operacional estão igualmente em causa, merecendo ser equacionadas neste âmbito.

Assim, constituirão os procedimentos de aproximação *RNAV* uma alternativa viável, que permite a substituição dos procedimentos publicados para os aeródromos da Força Aérea, ou apenas uma possibilidade, complementar aos procedimentos existentes.

Esta investigação procura responder a algumas questões que se colocam à Força Aérea nesta área, enquanto operador de aeronaves e prestador de serviços de navegação aérea.

## **Palavras-chave:**

*RNAV*, Aproximação por instrumentos, Navegação de área, *GNSS*.

## **Abstract**

*The area navigation (RNAV) based on GNSS (Global Navigation Satellite System) sensor, is presented today as an alternative to the conventional instrument approach procedures. This type of air navigation allows high levels of precision in the lateral and vertical guidance of the approaches to the runways.*

*Issues such as the signal availability, the navigation infrastructure and aircraft certification, are particularly important in the military sphere. Other operational considerations are concerned and deserve to be considered in this context.*

*Thus, does RNAV approach procedures constitute a viable alternative, which allows replacement of the procedures published for Air Force's aerodromes, or just a possibility, complementary to the existing procedures.*

*This research seeks to answer some questions posed to the Air Force in this area while aircraft operator and air navigation services provider.*

## **Keywords:**

*RNAV, Instrument Approach, Area Navigation, GNSS.*



## Lista de Abreviaturas

AAN	Autoridade Aeronáutica Nacional
ABAS	<i>Aircraft Based Augmentation System</i>
ACCEPTA	<i>ACCElating EGNOS AdoPTion in Aviation</i>
AIP	<i>Aeronautical Information Publication</i>
ANSP	<i>Air Navigation Service Providers</i>
APV	<i>Approach Procedure with Vertical guidance</i>
ATC	<i>Air Traffic Control</i>
ATM	<i>Air Traffic Management</i>
BA	Base Aérea
CA	Comando Aéreo
CAT	Categoria
CDFA	<i>Continuous Descent Final Approach</i>
CEMFA	Chefe do Estado-Maior da Força Aérea
CFIT	<i>Controlled Flight Into Terrain</i>
CGTA	Centro de Gestão de Tráfego Aéreo
CIA	Circular de Informação Aeronáutica
CNS	<i>Communications, Navigation and Surveillance</i>
CPOS FA	Curso de Promoção a Oficial Superior – Força Aérea
DA/H	<i>Decision Altitude/Height</i>
DCSI	Direção de Comunicações e Sistemas de Informação
DEP	Direção de Engenharia e Programas
DIVOPS	Divisão de Operações do Estado-Maior da Força Aérea
DME	<i>Distance Measuring Equipment</i>
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
EDCN	<i>EUROCONTROL EGNOS Data Collection Network</i>
EGNOS	<i>European Geostationary Navigation Overlay Service</i>
EMFA	Estado-Maior da Força Aérea
ENAC	<i>Ecole Nationale de l'Aviation Civile</i>
EUA	Estados Unidos da América
EUROCONTROL	<i>European Organization for the Safety of Air Navigation</i>
ESA	<i>European Space Agency</i>



ESSP	<i>European Satellite Services Provider</i>
FA	Força Aérea
FAA	<i>Federal Aviation Agency</i>
FMS	<i>Flight Management System</i>
GALILEO	<i>European global navigation satellite system</i>
GBAS	<i>Ground Based Augmentation System</i>
GLONASS	Sistema russo de navegação global por satélite
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GSA	<i>European GNSS Agency</i>
GT	Grupo de trabalho
H	Hipótese
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
IESM	Instituto de Estudos Superiores Militares
ILS	<i>Instrument Landing System</i>
INAC	Instituto Nacional de Aviação Civil, I.P.
LNAV	<i>Lateral Navigation</i>
LOC	<i>Localizer</i>
LP	<i>Localizer Performance</i>
LPV	<i>Localizer Performance with Vertical Guidance</i>
MDA/H	<i>Minimum Descent Altitude/Height</i>
MLS	<i>Microwave Landing System</i>
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
NDB	<i>Non-directional Beacon</i>
NetJets	NetJets Transportes Aéreos, S.A.
NOTAM	<i>Notice to Airman</i>
NPA	<i>Non-precision Approach</i>
PA	<i>Precision Approach</i>
PALS	<i>Precision Approach and Landing System</i>
PAR	<i>Precision Approach Radar</i>
PBN	<i>Performance Based Navigation</i>
PD	Pergunta derivada
PDIAFA	Plano Diretor de Infraestruturas Aeronáuticas da Força Aérea



PENAR	Plano Estratégico Nacional de Ajudas Rádio
PENIND	Plano Estratégico Nacional para a Implementação da Navegação baseada no Desempenho
PP	Pergunta de partida
RADAR	<i>Radio Detection and Ranging</i>
RAIM	<i>Receiver Autonomous Integrity Monitoring</i>
RNAV	<i>Area navigation</i>
RNAV (GNSS)	<i>Area navigation (Global Navigation Satellite System)</i>
RNP	<i>Required Navigation Performance</i>
RNP APCH	<i>RNP Approach</i>
RNP AR APCH	<i>RNP (Authorization Required) Approach</i>
RWY	<i>Runway</i>
SBAS	<i>Satellite Based Augmentation System</i>
SES	<i>Single European Sky</i>
SRE	<i>Surveillance Radar Element</i>
STA	Serviços de Tráfego Aéreo
STANAG	<i>Standardization Agreement</i>
STAR	<i>Standard Arrival</i>
TACAN	<i>Tactical Air Navigation</i>
TII	Trabalho de Investigação Individual
UE	União Europeia
USAF	<i>United States Air Force</i>
VNAV	<i>Vertical Navigation</i>
VOR	<i>VHF Omnidirectional Range</i>
VOR/DME	<i>VHF Omnidirectional Range/Distance Measuring Equipment</i>



## Introdução

A aviação moderna, civil ou militar, exige um conceito de operação contínua, independentemente das condições meteorológicas. Para tal, a fase final dos voos, ou seja, a aproximação e aterragem no aeródromo de destino, assume especial relevância, nomeadamente à noite e em condições atmosféricas adversas. Nesta fase, que compreende a descida, a aproximação e a aterragem, registaram-se 50% dos acidentes com aeronaves entre 1999 e 2008 (*Freissinet, 2015*).

As aproximações por instrumentos convencionais, atualmente disponíveis de forma generalizada, dependem de ajudas à navegação em terra. Estes equipamentos são tecnicamente complexos no que respeita à sua instalação, manutenção e calibração, exigindo uma atenção do ponto de vista técnico muito cuidada. Aos elevados custos de aquisição e manutenção, somam-se limitações quanto ao alcance, precisão e trajetórias permitidas.

A navegação de área (*RNAV*) desenvolveu-se de forma assinalável nos últimos anos, sendo hoje comum as aeronaves disporem de sistemas a bordo que permitem usar este tipo de navegação. Concomitantemente, o surgimento da navegação baseada em satélite, no início com aplicação exclusivamente militar, mas entretanto alargada ao âmbito civil, permitiu o desenvolvimento de novos conceitos de navegação ao nível global, através da rede *GNSS* (*Global Navigation Satellite System*).

No que concerne a procedimentos por instrumentos, a navegação de área baseada em satélite<sup>1</sup>, genericamente designada *RNAV* (*GNSS*), tem a capacidade de fornecer o guiamento necessário para a realização de aproximações por instrumentos, em aeródromos espalhados pelo mundo.

A fiabilidade do *GNSS* evidencia que os procedimentos de aproximação *RNAV*, sendo hoje em dia uma realidade, constituirão num futuro próximo um padrão nos aeródromos civis e militares.

A Força Aérea (FA), na dupla qualidade de operador de aeronaves e de prestador de serviços de navegação aérea (*ANSP*), perante esta realidade, pode ter de caminhar no sentido da implementação de procedimentos *RNAV* nos seus aeródromos. Tal decisão carece de estudos que tenham em conta as diversas vertentes em causa e que possam constituir um contributo para esse percurso.

---

<sup>1</sup> Único sensor de navegação RNAV utilizado para aproximações. Outros sensores RNAV como o VOR/DME, DME/DME ou Inércia (INS), para além do satélite (GNSS), são utilizados nas operações em rota e áreas terminais.



Esta investigação estuda os procedimentos de aproximação *RNAV (GNSS)*, a fim de analisar o impacto na operação da FA, resultante da sua implementação, nos seus aeródromos, para uso militar e civil. Pretende-se assim:

- Determinar se é viável a implementação de procedimentos de aproximação *RNAV* nos aeródromos da FA;
- Identificar eventuais vantagens operacionais decorrentes da utilização deste tipo de procedimentos;
- Verificar em que medida pode ocorrer uma substituição de ajudas à navegação convencionais, decorrente da implementação de procedimentos de aproximação *RNAV*.

Por questões relacionadas com limitação da sua extensão, este trabalho restringe-se às aproximações por instrumentos *RNAV* com uso do *GNSS*, designadamente, as aproximações de precisão, de não-precisão e com guiamento vertical.

Em termos metodológicos esta investigação foi conduzida tendo por base o percurso proposto por *Raymond Quivy* e *Luc Van Campenhoudt*, ao longo das várias etapas descritas pelos autores. Assim, como ponto de partida foi formulada a seguinte pergunta, que constitui uma referência ao longo da investigação.

Pergunta de partida (PP): *Qual o impacto na operação da FA decorrente da implementação de procedimentos de aproximação do tipo RNAV (GNSS) nos seus aeródromos?*

Associadas a esta, foram ainda formuladas as seguintes perguntas derivadas (PD), às quais a investigação procura dar resposta:

PD1: *Será tecnicamente viável a implementação de procedimentos RNAV (GNSS) nos aeródromos da FA?*

PD2: *Em que medida existem vantagens resultantes da criação deste tipo de procedimentos?*

PD3: *Em que medida a implementação destes procedimentos permite substituir a rede de ajudas à navegação existente?*

Na prossecução do método, foram elaboradas as seguintes hipóteses (H) correspondentes a cada uma das perguntas derivadas enunciadas:

H1: *Do ponto de vista técnico existe a possibilidade de implementar procedimentos RNAV (GNSS) nos aeródromos da FA;*



H2: *As aproximações RNAV (GNSS) permitem uma melhor utilização do espaço aéreo, redução de mínimos e um aumento da segurança de voo;*

H3: *Estes procedimentos permitem a substituição da rede de ajudas à navegação.*

Durante o trabalho exploratório identificaram-se conceitos que estão na base da investigação. Para aplicação à problemática, elaborou-se um modelo de análise, onde constam as hipóteses formuladas, a fim de obter resposta às perguntas derivadas e consequentemente à pergunta de partida. Para teste das hipóteses são utilizados vários indicadores, relacionados com os conceitos referidos, conforme quadro concetual (anexo A).

A recolha de dados foi efetuada recorrendo à análise documental de fontes nacionais e internacionais, em conjunto com cinco entrevistas do tipo estruturado a diversos responsáveis, apresentadas nos anexos B a F.

O presente trabalho encontra-se organizado em três capítulos. No primeiro consta uma revisão da literatura e descreve-se a problemática, terminando com a identificação dos diferentes tipos de aproximação *RNAV*, de acordo com a terminologia atualmente utilizada. O segundo capítulo apresenta a realidade portuguesa quanto a aproximações *RNAV* no âmbito civil e convencionais no militar. O terceiro capítulo trata da análise dos dados e verificação das hipóteses de trabalho, por forma a responder às perguntas derivadas e de partida.

A terminar são apresentadas as conclusões, constituídas por um resumo do resultado da investigação, uma referência aos contributos para o conhecimento e pelas recomendações consideradas pertinentes.



## 1. Caraterização das Aproximações RNAV

### a. Revisão da literatura

O quadro de referência relativo à navegação de área encontra-se devidamente estabelecido na documentação da *International Civil Aviation Organization (ICAO)*, complementada por especificações técnicas da *European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL)* e de outras agências europeias, como as *European Space Agency (ESA)*, *European GNSS Agency (GSA)* e *European Aviation Safety Agency (EASA)*.

Existem operações em ambiente RNAV espalhadas pelo globo, verificando-se um uso crescente deste tipo de navegação. No que concerne especificamente aos procedimentos de aproximação RNAV, verifica-se que a sua utilização é cada vez mais comum. A literatura aponta no sentido de estes evoluírem de tal forma, que podem vir a constituir uma alternativa viável aos procedimentos convencionais.

Neste ponto há quem defenda que no curto prazo, a alternativa apenas é válida para os procedimentos de não-precisão. Relativamente aos de precisão, para além dos custos associados, serão necessários desenvolvimentos técnicos apenas possíveis no médio ou longo prazo. Entre os defensores desta tese, em Portugal, encontra-se o responsável pela área de procedimentos do Departamento de Navegação Aérea, do Instituto Nacional de Aviação Civil (INAC, I.P.).

Por outro lado, coloca-se a questão da atualização e certificação dos sistemas de navegação das aeronaves e respetivos custos. Será defensável tal investimento, ou será prudente aguardar pela entrada em operação de novas aeronaves, devidamente equipadas e certificadas de origem?

Os responsáveis aeroportuários, em especial os ANSP, referem que são necessárias mais aeronaves equipadas com sistemas RNAV, para que seja racional o investimento neste tipo de procedimentos<sup>2</sup>. Operadores aéreos como é o caso da *NetJets* (2013, p. 8), defendem exatamente o contrário como fator chave: é necessária a criação de mais procedimentos de aproximação RNAV nos aeroportos, para que os operadores equipem e certifiquem as suas aeronaves.

Em termos internacionais, começam a ser frequentes os procedimentos RNAV nos aeródromos militares, sobretudo nos EUA. Na Europa existem diversos exemplos como os de *Ramstein* (Alemanha), *Tampere* (Finlândia) e *Mildenhall* (Inglaterra).

---

<sup>2</sup> Opinião expressa por um responsável da área de procedimentos da NAV Portugal, E.P.E., no seminário *ACCEPTA*, em Lisboa (2013 cit. por Marques, 2014).



## b. Aproximações RNAV (GNSS)

Um procedimento de aproximação por instrumentos constitui a fase final do voo, com a finalidade de chegar à pista, utilizando os instrumentos de navegação a bordo da aeronave. Pode ser definido como uma “série de manobras predeterminadas com referência a instrumentos de voo, com proteção especificada dos obstáculos, a partir do fixo de aproximação inicial, (...) até um ponto a partir do qual uma aterragem pode ser completada e após, se a aterragem não for completada, até um ponto em que seja aplicado o critério de separação a obstáculos relativo a esperas ou a rota” (ICAO, 2014, pp. I-1-1-4).

Segundo a ICAO (2008, pp. 1.1-2), os procedimentos de aproximação por instrumentos, quanto à performance do sistema, classificam-se:

- Aproximação de não-precisão (NPA);
- Aproximação com guiamento vertical (APV);
- Aproximação de precisão (PA).

Quanto ao tipo de operação, as aproximações por instrumentos são classificadas com base nos seus mínimos<sup>3</sup>:

- Tipo A: com *Minimum Descent Height (MDH)* ou *Decision Height (DH)*, a ou acima de 75m (250 pés);
- Tipo B: com *Decision Height (DH)* abaixo de 75m (250 pés).

Por sua vez as operações do Tipo B subdividem-se ainda em categoria I (CAT I), categoria II (CAT II) e categoria III (CAT III), de acordo com mínimos expressos em termos de *DH* e visibilidade ou *Runway Visual Range (RVR)*.

Classificação das aproximações por instrumentos							
Domínio	Documento	Tipo					
Operações de Aproximação	ICAO Annex 6	Classificação	Tipo A		Tipo B		
			(> = 250 FT)		CAT I (> = 200 FT)	CAT II (> = 100 FT)	CAT III (< 100 FT)
		Método	2D	3D			
		Mínimos	MDA/H	DA/H			
Performance do Sistema	ICAO Annex 10 PANS-OPS Vol. II	NPA	NDB, VOR, LOC, GNSS				
		APV		GNSS/Baro/SBAS			
		PA		ILS, MLS, SBAS, GBAS			

MDA/H - Minimum Decision Altitude/Height  
DA/H - Decision Altitude/Height

Figura nº 1 – Classificação das aproximações por instrumentos

Fonte: (NAV, 2013, p. 14)

<sup>3</sup> Altitude/altura abaixo da qual uma aproximação apenas pode ser continuada com referências visuais adequadas.

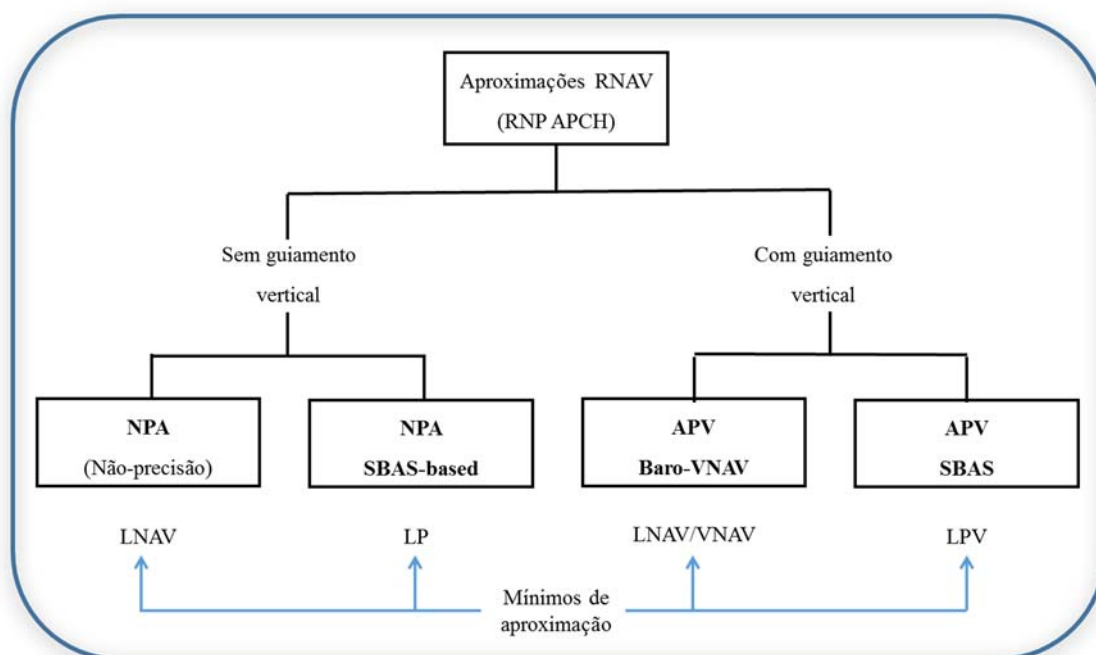


Por último quanto ao método, as operações de aproximação por instrumentos são consideradas 2D (bidimensionais) ou 3D (tridimensionais), consoante seja disponibilizado apenas o guiamento lateral ou ambos os guiamentos lateral e vertical, respetivamente.

A disponibilidade de sistemas *RNAV* de alta performance a bordo das aeronaves, aliada ao uso do *GNSS*, permitiu o desenvolvimento de diversos tipos de aproximações.

As aproximações *RNAV* de não-precisão e as com guiamento vertical, na terminologia *ICAO* são designadas por *RNP Approach (RNP APCH)* e publicadas nas cartas com o título *RNAV<sub>(GNSS)</sub> RWY XX*. O documento 9613 da *ICAO*, intitulado *Performance-based Navigation (PBN) Manual*, que introduz o conceito de navegação baseada no desempenho, classifica essas aproximações *RNAV*, tendo em conta o guiamento fornecido. Para cada tipo são publicados nas cartas, mínimos de aproximação com diferentes designações.

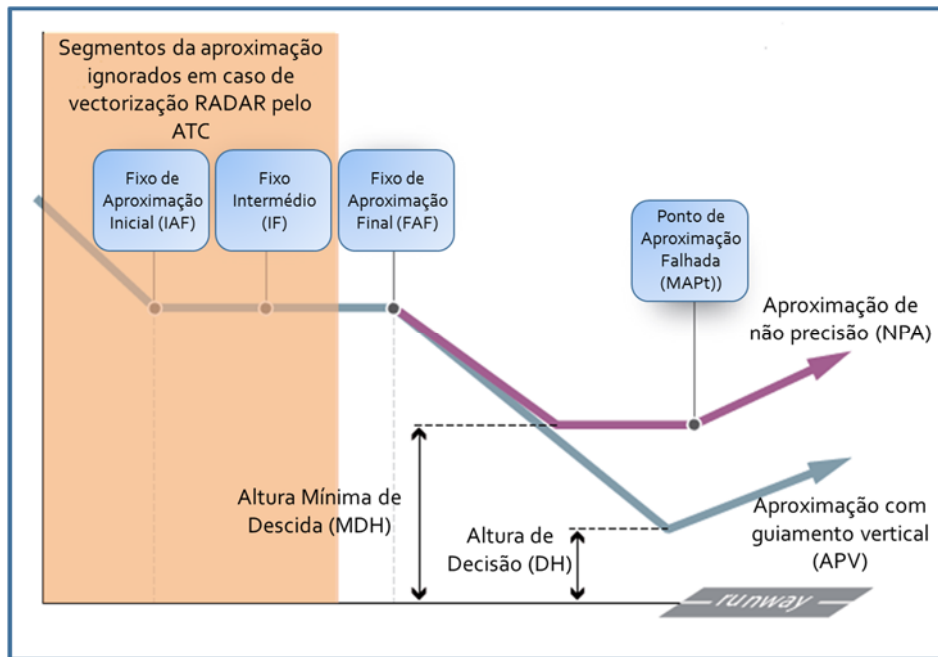
A figura seguinte apresenta as *RNP APCH* e os mínimos correspondentes.



**Figura nº 2 – Tipos de *RNP APCH* descritos no *ICAO PBN Manual***

Fonte: (*ICAO*, 2012, p. 6)

Verifica-se assim que a *ICAO* (2012, pp. 4-6), divide as aproximações *RNAV (RNP APCH)* em dois grupos: *NPA* e *APV*. Os mínimos de aproximação são apresentados nas cartas sob a forma de *Minimum Descent Altitude/Height (MDA/H)* para as *NPA* e sob a forma de *Decision Altitude/Height (DA/H)* para as *APV* (*EUROCONTROL*, 2012a, pp. 1-2).



**Figura nº 3 – MDA/H e DA/H**  
 Fonte: (EUROCONTROL, 2012a, p. 1)

A figura seguinte mostra um exemplo de apresentação dos diferentes mínimos, consoante o tipo de aproximação, numa carta RNAV (GNSS).

MNM AD : Vertical distances in feet, RVR and VIS in meters.									
CAT	LPV		OCH LPV	LNAV/VNAV OCH : 292		LNAV OCH : 317		MVL/Circling	
	DA (H)	RVR		DA (H)	RVR	MDA (H)	RVR	MDA (H)	VIS
A	330 (250)	550	234					620 (550)	1500
B	330 (250)	550	243					650 (570)	1600
C	330 (260)	600	254	370 (300)	750	390 (320)	750	940 (870)	2400
D	340 (270)	600	264					940 (870)	3600

**Figura nº 4 – Carta RNAV (GNSS) - mínimos de aproximação**  
 Fonte: (Barrau & Cabrières, 2013, p. 261)

Existe ainda outro tipo de aproximação RNAV referido no PBN Manual da ICAO, não incluído nas RNP APCH, que depende da existência de uma estação em terra que incrementa o sinal satélite, de forma a obter-se o nível de precisão requerido. Trata-se de uma aproximação de precisão denominada GBAS (Ground Based Augmentation System), que fornece guiamento lateral e vertical através do GLS (GBAS Landing System). Estas aproximações são publicadas nas cartas com a designação GLS RWY XX (ICAO, 2014, pp. III-3-6-18).



A figura seguinte apresenta os diferentes tipos de aproximação *RNAV* de forma sistematizada.

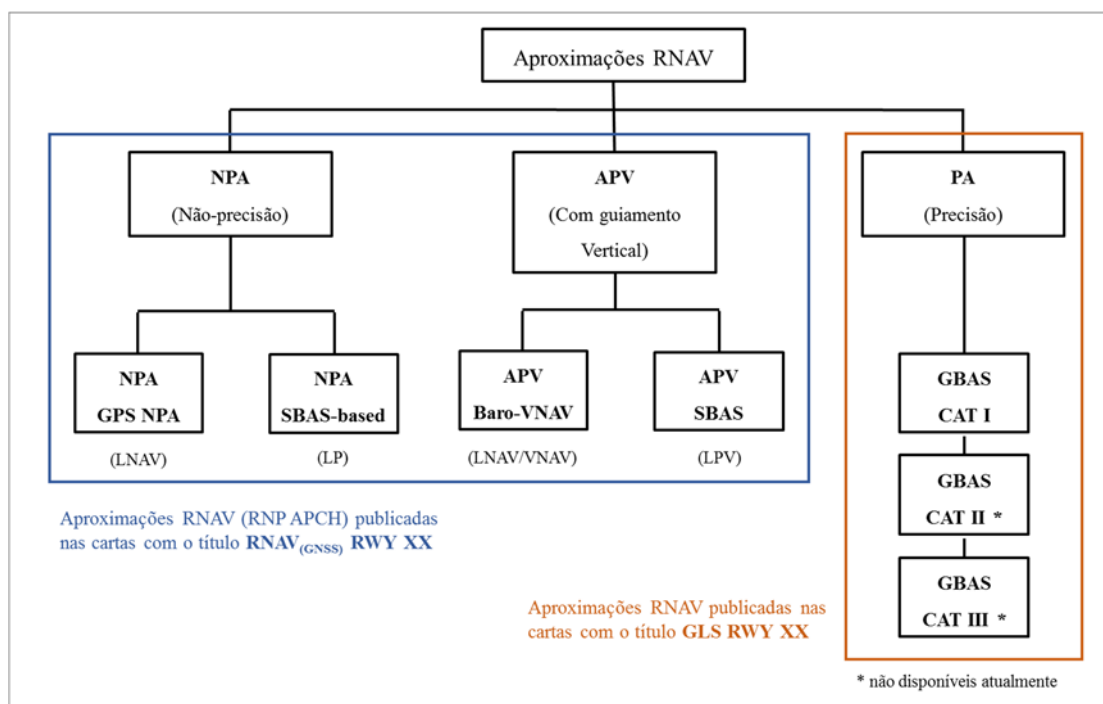


Figura nº 5 – Tipos de aproximação *RNAV*

Fonte: (Barrau & Cabrières, 2013, p. 18)

## 2. A realidade portuguesa

### a. Aproximações *RNAV* no âmbito civil

A Circular de Informação Aeronáutica (CIA) emitida pelo INAC, I.P., é um meio através do qual a entidade responsável pela aviação civil difunde normas e procedimentos. No que concerne às aproximações *RNAV*, esta entidade emitiu em 2009 duas circulares: a CIA Nº 13/2009 – Procedimentos de aproximação por instrumentos de não-precisão baseados em *RNAV (GNSS)* e a CIA Nº 14/2009 – *NOTAM GNSS*. Estas circulares abriram caminho à publicação de aproximações *RNAV* de não-precisão em Portugal, divulgando informação e estabelecendo requisitos para a sua implementação.

Mais tarde em 2013, surgiu a CIA Nº 39/13 – Requisitos relativos à navegação baseada no desempenho, que acolhe o conceito *PBN* como descrito pela *ICAO*, estabelecendo o seu enquadramento a nível nacional.

Em 2014 “foi criado o GT do Plano Estratégico Nacional para a Implementação da Navegação baseada no Desempenho (GT PENIND), (...) com o objetivo de produzir o que, a nível internacional, se denomina o plano do *PBN*” (Cardoso, 2014). Ainda segundo



Cardoso (2014), este grupo de trabalho, que conta com representantes do INAC I.P., da FA e da NAV Portugal E.P.E., vai desenhar a estratégia nacional para a navegação aérea. Para além das questões relacionadas com *PBN*, esta estratégia incluirá um Plano Estratégico Nacional de Ajudas Rádio (PENAR).

No âmbito destes trabalhos, “a posição do INAC I.P. é de apoio absoluto ao desenvolvimento e publicação de aproximações *RNP APCH*, mínimos *LNAV*, *LNAV/VNAV* e *LPV*, para todos os aeroportos civis, onde tal for possível” (Cardoso, 2014).

Através de consulta à publicação *AIP Portugal* (NAV AIS, 2014), verifica-se que presentemente estão publicadas aproximações *RNAV* para o aeroporto de Faro e para os aeródromos do Corvo e Vila Real.

**Tabela nº 1 – Aproximações RNAV em Portugal**

Fonte: (NAV AIS, 2014, p. GEN 3.2 – 4/5)

Aeroporto / Aeródromo (Designador ICAO)	Título	Mínimos
Faro (LPFR)	RNAV (GNSS) RWY 10	LNAV e LNAV/VNAV
Corvo (LPCR)	RNAV (GNSS) RWY 29	LNAV
Vila Real (LPVR)	RNAV (GNSS) RWY 02	LNAV

De acordo com Cardoso (2014), para o aeroporto João Paulo II, Ponta Delgada, “já foi aprovada pelo INAC, I.P. uma aproximação *RNAV (GNSS)* para a pista 12. No entanto, por questões de natureza técnica, ainda não consta na *AIP* de Portugal. Prevê-se a sua publicação para Março/Abril de 2015”. No caso do aeroporto de Lisboa, segundo Cardoso (2014), “decorre o processo de aprovação no INAC, I.P. de duas aproximações *RNAV (GNSS)*, para as pistas 03 e 21. Estas aproximações têm mínimos *LNAV*, *LNAV/VNAV* e *LPV*, ou seja, têm dois guiamentos verticais, um barométrico e outro suportado pelo *EGNOS*, cabendo aos operadores decidirem (pois depende da certificação) qual o guiamento vertical para a aproximação final que irão utilizar”.

Deste modo, é expectável que no curto prazo, estejam disponíveis aproximações *RNAV* em três aeroportos internacionais e dois aeródromos secundários portugueses.

**b. Aproximações nos aeródromos militares**

Os aeródromos da FA são servidos por aproximações convencionais como se verifica através de consulta à publicação *Military AIP*. O quadro abaixo apresenta uma panorâmica da situação.

**Tabela nº 2 – Aproximações por instrumentos nos aeródromos da FA**

Fonte: (Comando Aéreo, 2014)

Aeródromo (Designador ICAO)	Pista	Aproximação por instrumentos	
		Não precisão (NPA)	Precisão (PA)
BA1 - Sintra (LPST)	14	✓	—
	32	—	—
BA4 - Lajes (LPLA)	15	✓	✓
	33	✓	✓
BA5 - Monte Real (LPMR)	01	✓	✓
	19	✓	✓
BA6 - Montijo (LPMT)	01	—	—
	19	—	—
	08	—	—
	26	✓	✓
BA11 - Beja (LPBJ)	01L	✓	✓
	19R	✓	✓
AM1 - Ovar (LPOV)	18	✓	—
	36	✓	✓

Quanto a ajudas à navegação disponíveis, a distribuição é a seguinte:

**Tabela nº 3 – Ajudas à navegação nos aeródromos da FA**

Fonte: (Comando Aéreo, 2014)

Aeródromo (Designador ICAO)	Ajudas à navegação					
	Não precisão (NPA)				Precisão (PA)	
	NDB	VOR	TACAN	SRE	PAR	ILS
BA1 - Sintra (LPST)	✓	✓	✓	—	—	—
BA4 - Lajes (LPLA)	✓	✓	✓	—	—	✓
BA5 - Monte Real (LPMR)	—	—	✓	—	—	✓
BA6 - Montijo (LPMT)	✓	—	✓	✓	✓	✓
BA11 - Beja (LPBJ)	✓	—	✓	✓	✓	✓
AM1 - Ovar (LPOV)	—	—	✓	✓	—	✓



### 3. Análise e resultados

#### a. Viabilidade técnica

##### (1) *Design* de procedimentos

Os procedimentos por instrumentos constituem uma matéria fundamental para a segurança da navegação aérea. Por essa razão, a sua elaboração está sujeita a requisitos, estabelecidos a nível nacional e internacional, destinados a assegurar a sua qualidade. Estes requisitos referem-se sobretudo à formação e certificação de pessoal, ao *software* e à consistência dos dados aeronáuticos utilizados na construção dos procedimentos.

A *ICAO*, no *Doc. 9906 – Quality Assurance Manual*, refere que os procedimentos por instrumentos deverão ser elaborados por um técnico e revistos por outro que não tenha estado envolvido no seu processo de elaboração, sendo posteriormente submetidos para validação à autoridade competente.

Estas recomendações foram reforçadas em Portugal pelo INAC I.P. que estabelece como requisito, a existência de pelo menos dois técnicos de procedimentos com formação certificada, nas organizações que publiquem procedimentos por instrumentos para aeródromos sob sua responsabilidade<sup>4</sup>. Este facto prende-se com a referida necessidade de assegurar a qualidade e segurança dos mesmos.

A *NATO*, através do *STANAG 3759*, adotou os critérios da *ICAO* em matéria de construção de procedimentos por instrumentos, constantes no *ICAO Doc. 8168-OPS/611 PANS-OPS*. O Ministério da Defesa Nacional por seu turno, determinou a implementação deste *STANAG* em Portugal<sup>5</sup>.

A formação dos técnicos de procedimentos em critério *ICAO* revela-se assim de especial importância, a partir do momento em que a *NATO* o adota e Portugal ratifica o *STANAG 3759*.

Como referido por Marques (2014), “a formação dos técnicos de procedimentos da FA tem sido efetuada na *Ecole Nationale de l’Aviation Civile (ENAC)*, sediada em França, um estabelecimento de ensino certificado pela *ICAO* para ministrar este tipo de instrução”.

Ainda segundo Marques (2014), “esta formação acarreta custos elevados para a FA, mas revela-se essencial para a manutenção da capacidade de elaboração de procedimentos na FA e para assegurar a qualidade dos mesmos”.

---

<sup>4</sup> Regulamento n.º100/2010, de 19 Fevereiro - Procedimentos de voo por instrumentos.

<sup>5</sup> Despacho n.º49/MEDNAM/2005 de 11 Março.



Uma análise aos conteúdos do curso de procedimentos *RNAV* da *ENAC* (anexo I), permite verificar que cobre todas as matérias referentes a este tipo de aproximações.

Podemos assim inferir que os técnicos de procedimentos da FA dispõem de formação e certificação adequadas, facto corroborado pelo Chefe do CGTA quando refere: “... temos técnicos com os conhecimentos e a certificação necessária para a elaboração de procedimentos convencionais e procedimentos *RNAV*. Dispomos igualmente de um *software* específico que é utilizado na elaboração dos procedimentos por instrumentos” (Marques, 2014). O mesmo responsável afirma ainda, “que da parte do CGTA, estão reunidas as condições para a criação de procedimentos *RNAV* para os aeródromos da FA” (Marques, 2014).

Pelo exposto podemos considerar validada, a capacidade técnica da FA para elaborar procedimentos *RNAV* para os seus aeródromos.

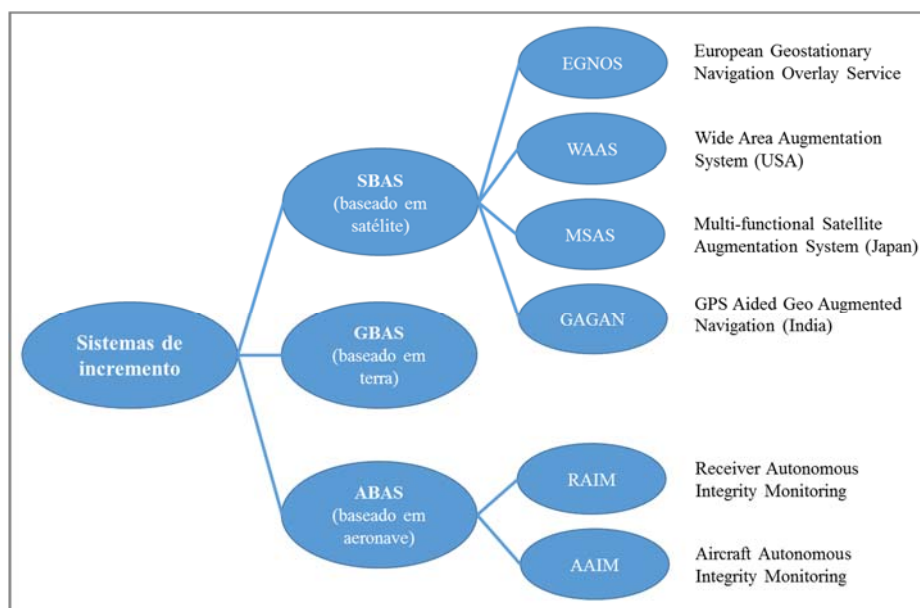
## (2) Qualidade do sinal *GNSS*

As constelações de satélites de referência atualmente em operação, segundo a *ICAO* (2006, pp. 3-58), são o *GPS* operado pelos Estados Unidos e o *GLONASS* operado pela Rússia.

Uma terceira constelação, o sistema *GALILEO* operado pela *GSA*, encontra-se em implementação. Este sistema prevê a colocação no espaço de 30 satélites, sendo interoperável com o *GPS* e o *GLONASS*, isto é, embora autónomo, pode ser usado em combinação com ambos. As estimativas da *GSA* apontam para que o *GALILEO* possa estar totalmente em operação entre 2018-2020.

Ao contrário dos sistemas militares *GPS* e *GLONASS* sob controlo militar, o *GALILEO*, segundo a *GSA* (2014) “foi concebido e desenvolvido e manter-se-á sempre sob controlo civil”. Afasta-se assim a possibilidade de o serviço ser desligado ou degradado, por decisão dos operadores, por exemplo em caso de conflito.

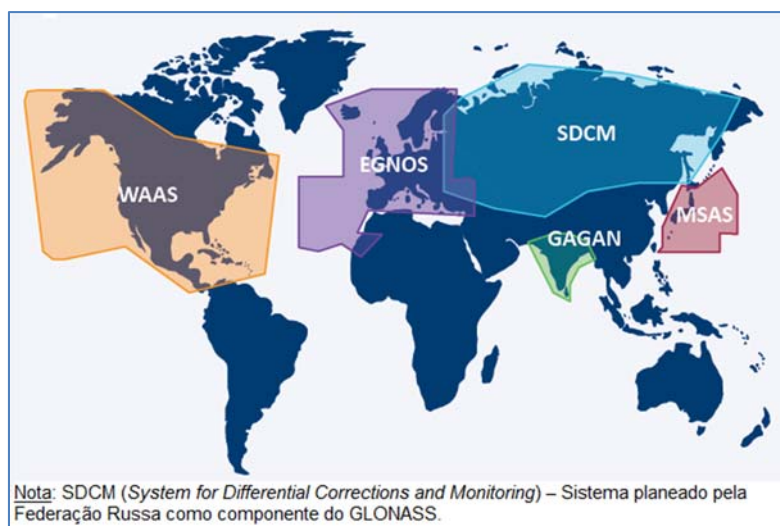
As constelações de satélites por si só não cumprem os exigentes requisitos operacionais da aviação. Para tal são necessários os sistemas que aumentam e ou integram a informação recebida do *GNSS*. Estes “*augmentation systems*” (sistemas de incremento) podem revestir a forma de equipamentos a bordo das aeronaves (*ABAS*), satélites geostacionários dedicados (*SBAS*) ou estações em terra (*GBAS*). O *ABAS* conta com o processamento do sinal efetuado pelos aviónicos da aeronave, enquanto os restantes sistemas utilizam estações de monitorização que verificam a validade do sinal e calculam as correções necessárias para melhorar a sua qualidade.



**Figura nº 6 – Sistemas de incremento do sinal GNSS**

Fonte: (Barrau & Cabrières, 2013, p. 16)

Existem diversos sistemas de incremento do tipo *SBAS* espalhados pelo globo. Para navegação na zona europeia, nomeadamente para a execução de aproximações por instrumentos, utiliza-se o *EGNOS*.



**Figura nº 7 – Sistemas SBAS**

Fonte: (GSA, 2014, p. 13)

O *EGNOS* usa satélites geoestacionários e uma rede de estações terrestres para receber, analisar, incrementar e posteriormente retransmitir o sinal *GPS*, *GLONASS* ou *GALILEO* corrigido. Este sistema disponibiliza um serviço que aumenta a precisão dos sinais satélite, informando os utilizadores através de uma mensagem de integridade no caso de ocorrerem

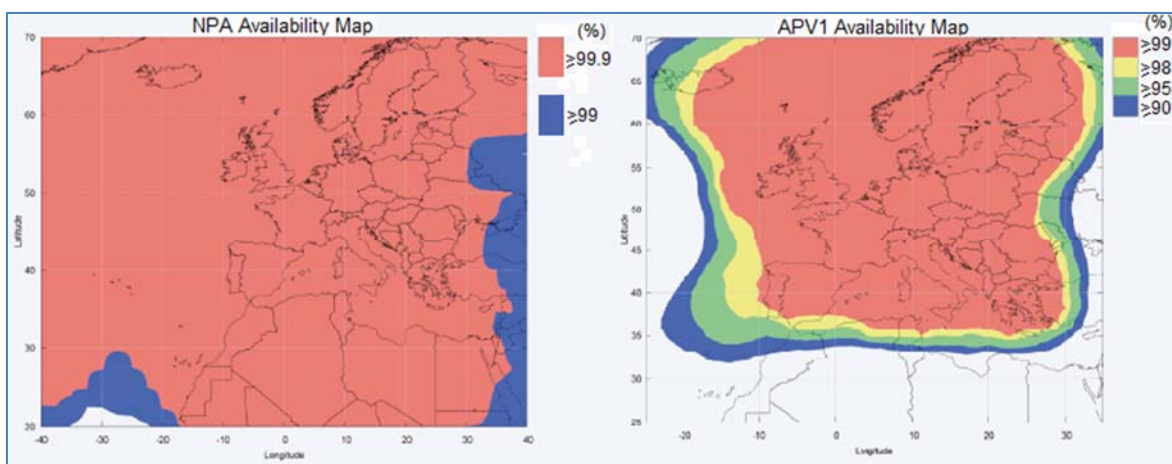


problemas com o sinal<sup>6</sup>. Conforme referido pela *GSA* (2015), o sistema *EGNOS* foi certificado para a aviação em 2011.

Na rede *GNSS*, a determinação da posição é efetuada com a receção de sinal de pelo menos quatro satélites. Contudo, esse número pode aumentar sempre que ocorra uma geometria de satélites limitada. Por razões de segurança, sistemas de bordo (*ABAS*) como o *RAIM* (*Receiver Autonomous Integrity Monitoring*) verificam a integridade dos sinais recebidos e conseqüentemente, a possibilidade de continuar a utilizá-los para navegação. Esta verificação requer um satélite adicional, aumentando para cinco o número de satélites necessários.

Deste modo, a qualidade do sinal *GNSS* em termos de integridade é verificável, por sistemas de bordo (*ABAS*) e por sistemas baseados em satélites (*SBAS*).

Quanto à disponibilidade do *GNSS*, a entrada em operação do *GALILEO* aumenta o número de satélites utilizáveis. Segundo a *GSA* (2014), “serão sempre visíveis seis a oito satélites a partir da maior parte das localizações”, o que constitui um acréscimo á disponibilidade já apresentada pelos restantes sistemas na zona europeia. No que respeita ao *EGNOS*, os requisitos de disponibilidade são garantidos pela *GSA*<sup>7</sup>.



**Figura nº 8 – Disponibilidade do *EGNOS* para *NPA* e *APV***

Fonte: (*GSA*, 2014, p. 34, 37)

A precisão do *GNSS* é medida em termos de diferença entre a posição estimada e a posição real. O conceito *PBN* da *ICAO*, relativamente a procedimentos de aproximação (*RNP APCH*), prevê uma especificação de navegação do tipo *RNP*<sup>8</sup>. As especificações

<sup>6</sup> *EGNOS SoL (Safety of Life) Service* (*GSA*, 2014).

<sup>7</sup> Informação acerca da disponibilidade do sistema disponível no portal *EGNOS*.

<sup>8</sup> Aeronave equipada com *OPMA (On-board Performance Monitoring and Alerting)*, equipamento que permite detetar quando o sistema *RNAV* não está a atingir a performance de navegação requerida.



requeridas são *RNP 1* para os segmentos inicial e intermédio e *RNP 0.3* para o segmento final da aproximação<sup>9</sup>.

A certificação da performance da aeronave, relativamente à especificação de navegação requerida (*RNP*), em conjunto com a certificação para a aviação do *SBAS EGNOS*, permitem em Portugal operações baseadas no *GNSS* com o nível de precisão requerido.

A continuidade do serviço prestado pelo *GNSS* é outro indicador a considerar. A *EUROCONTROL* garante de forma independente, a monitorização e avaliação da continuidade dos sistemas e o cumprimento dos requisitos para a aviação. “A *EUROCONTROL EGNOS Data Collection Network (EDCN)*, gerida pela companhia espanhola *Pildo LABS*, (...) atualmente está apta a monitorizar sinais dos satélites *GALILEO*” (*EUROCONTROL*, 2012b). A *EDCN*, como o nome indica, foi inicialmente concebida para monitorização da performance do *EGNOS* mas atualmente, para além desta, monitoriza e avalia a performance do sinal *GPS* e *GALILEO*.

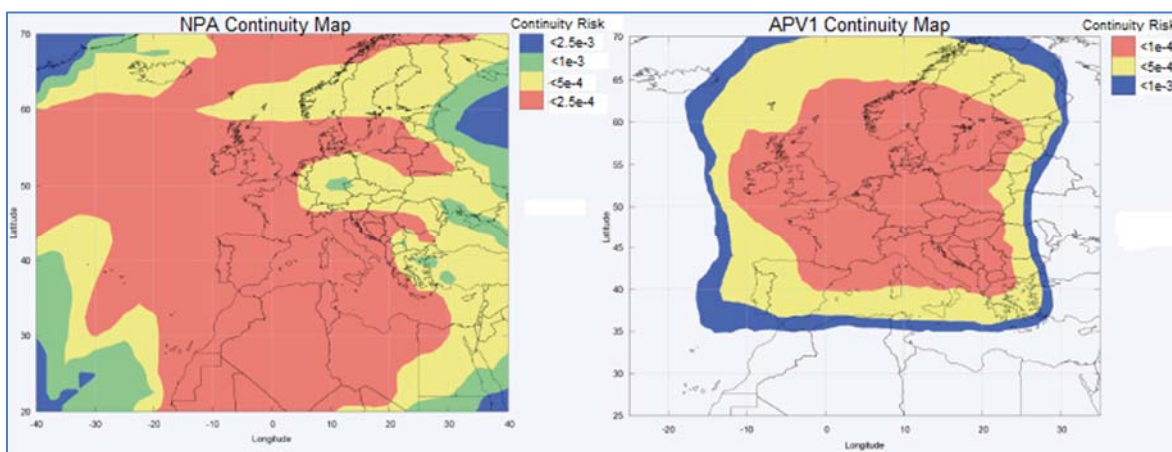


Figura nº 9 – Continuidade do *EGNOS* para *NPA* e *APV*

Fonte: (*GSA*, 2014, pp. 35, 38)

Assim, no que concerne aos “quatro indicadores chave de performance: precisão, integridade, disponibilidade e continuidade” (*EUROCONTROL*, 2012b), como se verifica, estão reunidas as condições para confiar na qualidade do sinal *GNSS* (anexo H). Pode-se portanto concluir que as constelações de referência, em conjunto com o sistema *EGNOS*, garantem genericamente no nosso país a possibilidade de utilização do *GNSS* em procedimentos de aproximação.

<sup>9</sup> *RNP<sub>x</sub>* - Onde *x* é a precisão requerida em termos de navegação lateral em Milhas Náuticas.



Face ao exposto julga-se dispor de elementos suficientes para validar a primeira hipótese. Pode-se portanto inferir que se confirma: **H1** – *Do ponto de vista técnico existe a possibilidade de implementar procedimentos RNAV (GNSS) nos aeródromos da FA.* Deste modo é possível responder à **PD1**: *Será tecnicamente viável a implementação de procedimentos RNAV (GNSS) nos aeródromos da FA?*

## b. Impacto na operação

### (1) Elementos operacionais

#### (a) Uso eficiente do espaço aéreo

O conceito *PBN* compreende especificações de navegação *RNAV* e *RNP*. O que distingue a especificação *RNP* é o requisito da existência a bordo de monitorização da performance de navegação e capacidade de alerta em caso de falha do sistema. Este conceito exige um desempenho que permite o voo em trajetórias mais eficientes definidas com elevado grau de precisão.

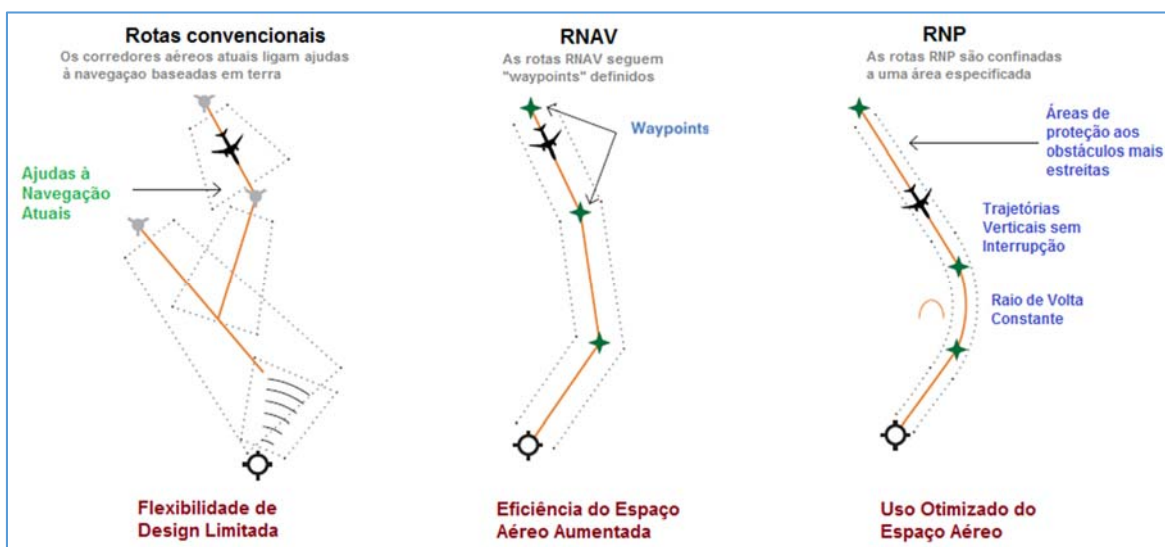


Figura nº 10 – Navegação convencional comparada com *PBN* (*RNAV/RNP*)

Fonte: (*Universal Avionics*, 2013, p. 2) & (*Boeing*, 2008, p. 14)

Os benefícios da utilização de especificações do tipo *RNP* são sumarizados da seguinte forma: “maior precisão e exatidão de navegação, redução dos degraus nas aproximações e de aproximações circulares, poupança de combustível e de tempo, aumento da capacidade do espaço aéreo e redução das aproximações falhadas” (*Universal Avionics*, 2013, p. 3).

Segundo o fabricante de aeronaves *Boeing* (2008, p. 14), “a *PBN* tem o potencial de fornecer aos operadores um espaço aéreo mais eficiente e procedimentos por instrumentos



que podem melhorar a segurança, o acesso, a capacidade e a eficiência, minimizando os impactos ambientais”. Estão em causa diversos benefícios operacionais, incluindo a redução dos tempos de voo por via de rotas mais eficientes. Deste modo é possível diminuir o consumo de combustível e conseqüentemente custos de operação. Outra resultante é a redução da pegada ecológica com menores emissões de carbono e de ruído.

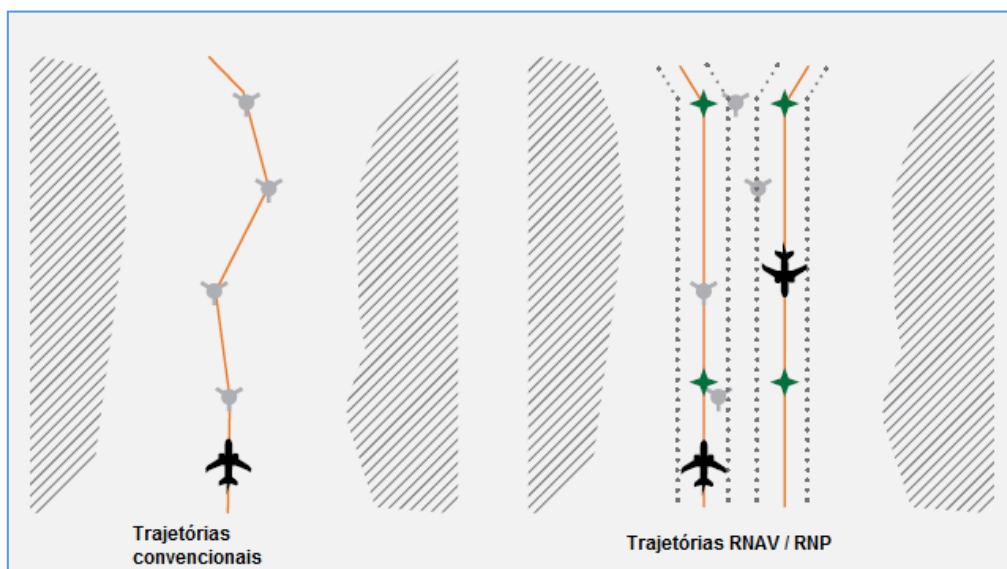


Figura nº 11 – Aumento da capacidade do espaço aéreo

Fonte: (Boeing, 2008, p. 17)

A título de exemplo, sistemas como o *EGNOS* permitem melhorar a acessibilidade às pistas através de “aproximações mais precisas e mais curtas, resultando em redução de consumo de combustível e emissões de CO<sub>2</sub> e frequentemente em redução de ruído nas imediações do aeroporto” (GSA, 2014). Conclusões idênticas são expressas pela *EASA* ao referir que a implementação de aproximações *RNP APCH* “asseguram uma melhor acessibilidade do aeródromo” (EASA, 2015, p. 51).

As opiniões expressas nas entrevistas realizadas corroboram os factos descritos. Segundo Marques (2015), “as aproximações *RNAV (GNSS)* permitem uma flexibilidade de implementação de procedimentos muito superior às permitidas pelas ajudas rádio convencionais”, ao passo que Cardoso (2014) salienta que “a possibilidade de se estabelecer rotas mais curtas e diretas reduz o número de milhas voadas, que possibilitam uma poupança de combustível com o conseqüente impacto positivo para o ambiente”. O Chefe do CGTA por seu turno salienta que “as vantagens apontadas têm a ver com uma racionalização do espaço aéreo derivada da flexibilidade das trajetórias” (Marques, 2014).



(b) Mínimos de aproximação

Os mínimos de uma aproximação dependem dos obstáculos existentes na trajetória de voo e do tipo de ajuda à navegação. Contudo, de acordo com as normas aplicáveis, existem alturas mínimas permitidas para cada tipo de aproximação, independentemente da existência de obstáculos. Na Europa, o Regulamento CE N° 859/2008 (EUOPS 1.430) estabelece para a aviação civil comercial as *DH/MDH* mínimas para os diferentes tipos de aproximação. Na figura seguinte podem observar-se comparativamente esses valores.

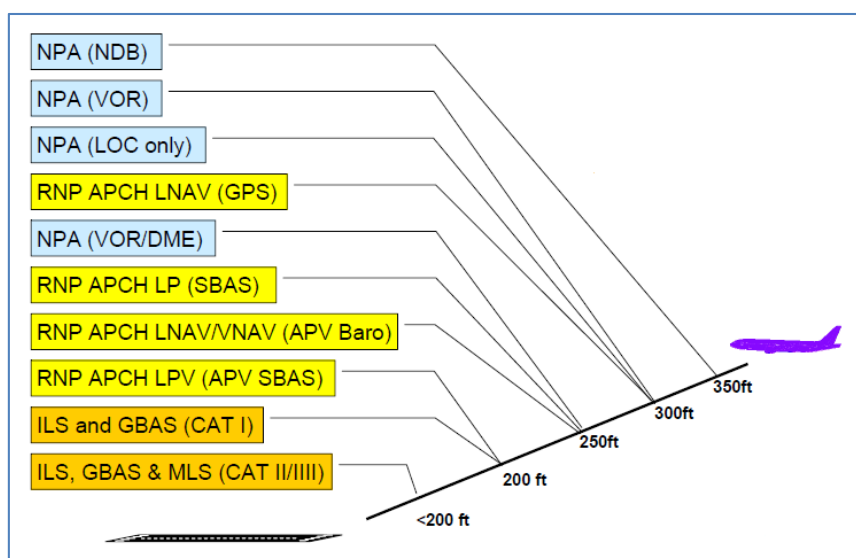


Figura nº 12 – *DH* mínima por tipo de aproximação  
Fonte: (De Smedt, 2012)

Segundo *Rawlings & Farnworth* (2010, p. 41), os procedimentos de aproximação *RNAV* (*GNSS*) permitem mínimos mais baixos que as *NPA* convencionais. A capacidade de navegação vertical, através da integração da informação barométrica ou do uso do *SBAS*, permite procedimentos que podem atingir uma *DH* de 200 pés, equivalente ao *ILS* (*Instrument Landing System*) CAT I. Da mesma forma *De Smedt* (2012, p. 19) refere que potencialmente, permitem ainda redução de mínimos em casos específicos, onde a localização da ajuda à navegação convencional obriga a uma aproximação não-alinhada com a pista (*offset approach*). Por outro lado, a redução de mínimos pode ainda ser atingida com superfícies de proteção aos obstáculos, mais reduzidas nas aproximações *RNAV*.

Com o intuito de avaliar o espectro de benefícios potenciais decorrentes da implementação de procedimentos *RNAV* na Europa, a *EUROCONTROL* encomendou em 2009 um estudo à empresa inglesa *HELIOS*. Foram estudados 16 aeroportos europeus, em



países como França, Suíça, Ucrânia, Holanda<sup>10</sup>, Noruega e Finlândia. Estes apresentam níveis diversos de tráfego, de condições meteorológicas típicas, de terreno circundante e de tipos de aeronaves que os escalam.

Os resultados apurados indicam uma grande variedade de valores de redução de mínimos, quer no caso das *APV Baro-VNAV* quer das *SBAS*, quando comparadas com as *NPA* convencionais. Ainda assim, “foi comumente verificado que as aproximações *APV Baro-VNAV* permitem uma redução de aproximadamente 70 pés em relação aos mínimos *NPA*, enquanto as *SBAS APV* permitem uma redução de aproximadamente 100 pés” (*HELIOS*, 2009, p. 2). O mesmo estudo conclui ainda que nos casos em apreço, “a redução nos mínimos varia entre zero pés e 320 pés (*APV Baro-VNAV*) e 470 pés (*SBAS APV I*), devendo a avaliação ser efetuada caso-a-caso” (*HELIOS*, 2009, p. 2).

A *EASA* por sua vez publicou recentemente o documento *NPA2015-01*, sobre a implementação da *PBN* no espaço aéreo europeu onde, suportada pelos resultados do referido estudo, identifica benefícios a diversos níveis, incluindo redução de mínimos de aproximação.

#### (c) Uso civil

No CGTA, órgão do CA responsável pela elaboração e publicação de procedimentos por instrumentos, “desde há algum tempo têm vindo a surgir solicitações para elaboração de procedimentos de aproximação *RNAV*” (Marques, 2014).

As razões das solicitações são diversas, relacionadas com requisitos operacionais, nomeadamente a necessidade de disponibilizar alternativas às aeronaves civis que escalam os aeródromos militares. Estas não dispõem da possibilidade de utilizar o *TACAN*, ajuda à navegação de uso exclusivamente militar.

“No caso da BA4 (Lajes) essas solicitações são provenientes dos responsáveis locais pelos Serviços de Tráfego Aéreo (STA). A justificação apresentada prende-se com requisitos operacionais da *USAF* (*United States Air Force*) e de outros operadores americanos cujas aeronaves se encontram equipadas para navegação *RNAV* e habitualmente utilizam este tipo de procedimentos. Para além deste facto, dado que a BA4 é escalada por diversas companhias aéreas civis, os procedimentos *RNAV* seriam a única alternativa disponível à

---

<sup>10</sup> Um dos aeroportos estudados foi a Base Aérea da *RNAF* (*Royal Netherlands Air Force*) em *Eindhoven, Amsterdão* (EHEH), aeroporto de uso conjunto militar e civil.



vectorização *RADAR*, para encaminhamento das aeronaves civis até ao segmento final de aproximação” (Marques, 2014).

O Chefe do CGTA refere ainda que “a mesma racional relativa às aeronaves civis tem sido discutida internamente no CGTA para o caso da BA11 (Beja). Após a desativação da componente *VOR* do BEJ, a vectorização *RADAR* é a única alternativa às aproximações *NDB* para as aeronaves civis que escalam o aeródromo”.

No mesmo sentido afirma que, “recentemente ocorreram contatos informais com o Comando da BA6 (Montijo), onde foi abordada a possibilidade de publicação de procedimentos *RNAV*, tendo em vista a perspetiva de utilização do Montijo por companhias aéreas civis” (Marques, 2014).

Os aeródromos militares mais utilizados por companhias aéreas civis, ou com perspetiva desse tipo de utilização, Lajes, Beja e Montijo, não dispõem de procedimentos de aproximação baseados em *VOR*. Na prática, a componente de não-precisão não existe, independentemente da disponibilidade de *NDB*, dado que, como refere Marques (2014), as companhias aéreas civis, na sua maioria, por questões de segurança não permitem a sua utilização para aproximações. Ainda que esteja disponível o *ILS*, a condução das aeronaves para intercepar essa ajuda, está dependente do *RADAR* ou de meios próprios da aeronave.

Assim, as aproximações *RNAV* “no caso específico da Força Aérea podem ainda constituir alternativa para as aeronaves civis que escalam os aeródromos militares” (Marques, 2014).

## (2) Segurança de voo

### (a) Prevenção de *CFIT* / *RWY excursions*

A fase final da aproximação e aterragem é a mais perigosa de qualquer voo, como demonstrado pelas estatísticas e onde por vezes ocorrem acidentes do tipo *Controlled Flight into Terrain (CFIT)*.

O Diretor Regional de Segurança de Voo da *ICAO*, região Médio-Oriente, referiu em 2014 que em aviação, “mais de 12% dos acidentes fatais são *CFIT*” (Alblowi, 2014, pp. 3-4). Este tipo de acidentes estão frequentemente relacionados com a execução de *NPA*, regra geral executadas por etapas de descida, de acordo com as altitudes mínimas publicadas para cada segmento da aproximação. Como referido pela *EASA* (2015, p. 35), os dados históricos de acidentes/incidentes sublinham que estes procedimentos estão na base de um número significativo de ocorrências do tipo *CFIT*.



No estudo já referido, efetuado pela *HELIOS*, no que concerne concretamente às aproximações, refere-se que “quando comparadas com as *NPA*, as aproximações *RNAV* oferecem vários benefícios, incluindo guiamento que permite *CDF A*<sup>11</sup>, logo melhorando a segurança” (*HELIOS*, 2009, p. 2). Também a *EASA* refere que, de acordo com vários estudos, a implementação de procedimentos de aproximação do tipo *APV*, “ao fornecer guiamento lateral mais preciso e guiamento vertical preciso, pode contribuir significativamente para a redução do número de *CFIT*” (*EASA*, 2015, p. 35). A *EUROCONTROL* por seu lado, afirma que as *APV* permitem uma “consciência situacional melhorada o que reduz o risco de *CFIT*” (*De Smedt*, 2012, p. 19). A *ICAO* preconiza como primeira prioridade para mitigar o *CFIT* “a construção, aprovação e implementação de procedimentos *RNAV (GNSS)* para todas as pistas atualmente não servidas por procedimentos de aproximação de precisão” (Alblowi, 2014, p. 7).

As aproximações não estabilizadas podem igualmente resultar em *RWY excursions*, isto é, casos em que a aeronave sai da superfície da pista. Embora possam ocorrer noutras situações, estão aqui em causa aquelas em que uma aeronave a aterrar toca no terreno antes de atingir a pista ou não consegue parar antes do final da mesma.

À semelhança da questão do *CFIT*, a implementação de procedimentos de aproximação do tipo *APV*, “ao fornecer guiamento vertical preciso, pode reduzir significativamente o número de aproximações desestabilizadas que constituem uma das principais causas na origem de *RWY excursions*” (*EASA*, 2015, p. 35). Esta agência afirma ainda que, a implementação deste tipo de procedimentos “vai facilitar operações de aproximação final estabilizadas com um perfil vertical contínuo definido no procedimento” (*EASA*, 2015, p. 45).

No mesmo sentido apontam os argumentos da *EUROCONTROL*, conforme referido por *De Smedt* (2012, p. 19), que em termos de segurança, as aproximações guiadas verticalmente reduzem as *runway excursions* causadas por aproximações não estabilizadas.

#### (b) *Cockpit workload / ATC workload*

Outros indicadores referidos na literatura no âmbito da segurança, no que concerne à utilização de procedimentos *RNAV*, são os denominados *cockpit workload* e *ATC workload*.

O que está em causa em ambos os conceitos é a carga de trabalho colocada sobre o operador humano, piloto ou controlador, em determinado momento ou situação. Trata-se da

---

<sup>11</sup> *Continuous Descent Final Approach*



“exigência colocada ao operador em termos de recursos mentais usados para chamar a atenção, a perceção, a tomada de decisão razoável e a ação” (SKYbrary, 2010). O fator *workload* revela-se muito importante em aviação, sendo frequentemente referido como uma causa concorrente para incidentes e acidentes.

Um procedimento *RNAV* ao ser voado com recurso ao *FMS* (*Flight Management System*), comporta uma carga de trabalho para o piloto inferior à normalmente requerida numa aproximação convencional. “Em termos de segurança operacional este tipo de procedimentos reduz em muito a carga de trabalho dentro do *cockpit*” (Cardoso, 2014). Também De Smedt (2012, p. 19) refere que as *RNP APCH* oferecem “*workload* reduzido para o piloto quando comparadas com as aproximações em patamares convencionais”.

De acordo com a *EASA* (2015, p. 46), “a codificação do perfil vertical no *Flight Management System* (*FMS*) resulta na redução do *workload* do piloto e na melhoria da consistência da forma em que as rotas são voadas. Como isso vai implicar uma redução da carga de trabalho da tripulação e, em certa medida, da carga de trabalho do *ATC*, vai ter um impacto positivo sobre a segurança das operações realizadas”.

Acresce ainda que, a fluidez do tráfego em ambientes de operação *RNAV*, consequência da utilização eficiente do espaço aéreo, resulta geralmente em diminuição do *ATC workload*. Uma estrutura de rotas de chegada e de saída não dependente do posicionamento das ajudas à navegação, melhora a fluidez do tráfego nas imediações do aeródromo. Este facto reduz o *ATC workload* em termos de controlo convencional ou vectorização *RADAR*.

Em síntese, uma automatização de tarefas com recurso ao *FMS* para voar procedimentos *RNAV*, reduz a exigência sobre os operadores no *cockpit* e no *ATC*. Esse facto contribui para uma consciência situacional acrescida, o que concorre para a diminuição dos riscos associados à operação.

Face ao exposto, julga-se dispor de elementos suficientes para validar a segunda hipótese. Deste modo é possível responder à **PD2**: *Em que medida existem vantagens resultantes da criação deste tipo de procedimentos?* Pode-se portanto inferir que se confirma: **H2** – *As aproximações RNAV (GNSS) permitem uma melhor utilização do espaço aéreo, redução de mínimos e um aumento da segurança de voo.*



### c. RNAV e ajudas convencionais

Em 2009 foi aprovado pelo CEMFA, o Plano Diretor de Infraestruturas Aeronáuticas da FA (PDIAFA), com um horizonte temporal até 2013, devendo ser revisto de dois em dois anos. Até à data não foi objeto de revisão, embora segundo Marques (2015), esteja prevista a sua atualização durante o corrente ano. Este plano contém as orientações estratégicas relativamente a infraestruturas de navegação dos aeródromos da FA.

#### (1) Ajudas de não-precisão

O PDIAFA prevê que as ajudas do tipo *NDB*, usadas para aproximações, sejam descontinuadas até 2015, com exceção de Sintra e Beja para efeitos de instrução e apoio à frota *Alouette III*, respetivamente. Refere ainda que não deverão ser instalados novos equipamentos do tipo *VOR*.

A aposta da FA relativamente a aproximações de não-precisão recai sobre o *TACAN* “que deverá manter-se em funcionamento para além de 2020” (EMFA, 2009, p. 17). Esta opção encontra-se em conformidade com “a atual linha de ação proposta pela *NATO* que preconiza a manutenção de uma rede de ajudas rádio militares do tipo *TACAN*, pelo menos até 2025, para garantir uma cobertura que permita a navegação em território nacional e efetuar as aproximações por instrumentos nos aeródromos militares” (Marques, 2015).

A manutenção da rede *TACAN* tem em conta o facto de no âmbito do *SES (Single European Sky)*<sup>12</sup> estar prevista uma racionalização das ajudas baseadas em terra, constituindo assim uma alternativa que tem em conta a especificidade das operações militares. Segundo Marques (2015) “esta medida permitirá não só colmatar as eventuais lacunas associadas à redução dos sistemas de ajudas à navegação pelas entidades civis, mas também reduzir o impacto de uma eventual falha dos sistemas de navegação por satélite, que se prevê venha a ser a base para os futuros sistemas de navegação aérea, quer civis, quer militares”.

Neste contexto as aproximações *RNAV* podem reforçar a oferta de procedimentos disponível nos aeródromos da FA, com as vantagens inerentes já identificadas. Contudo, relativamente à categoria de não-precisão, não se poderá considerar a possibilidade de substituição das ajudas existentes.

---

<sup>12</sup> Iniciativa da Comissão Europeia que entre outros objetivos visa reforçar a segurança e eficiência do tráfego aéreo na Europa.



(2) Ajudas de precisão

A FA nos seus aeródromos opera dois sistemas de aproximação de precisão: o *PAR* e o *ILS*. No caso específico do *PAR*, ajuda tipicamente militar, a FA decidiu manter em operação os sistemas existentes em Beja e Montijo, com prioridade para o primeiro, enquanto tal for possível<sup>13</sup>. Estes sistemas já foram descontinuados pelo fabricante, pelo que existem dificuldades logísticas e técnicas na sua sustentação. Pese embora a *NATO* tenha definido como requisito, a utilização de sistemas *PAR* até 2014<sup>14</sup>, questões relacionadas com a sustentação destes equipamentos conduziram à aposta em sistemas *ILS*, que equipam a quase totalidade dos aeródromos da FA. Já em 2009 a FA afirmava que “face à obsolescência dos equipamentos *PAR* e ao atraso da *NATO* na seleção do futuro *PALS*, diversas nações, entre as quais Portugal, têm vindo a substituir o *PAR* pelo *ILS*” (EMFA, 2009, p. 17).

Desde a década de oitenta que a *NATO* procura definir qual o futuro *PALS* que substituirá o *PAR*. Tendo sido inicialmente selecionado o *MLS* (*Microwave Landing System*), o seu custo, aliado ao desenvolvimento da navegação baseada em satélite, conduziu à reavaliação do processo. A discussão ocorreu em diversos fóruns, nomeadamente ao nível do *NATO Air Traffic Management Committee* (*NATMC*), abarcando as questões da especificidade das operações militares e da necessária interoperabilidade civil/militar.

Um relatório de trabalho elaborado no âmbito deste processo, de 2011, refere que “as conclusões confirmaram que um sistema *PALS GBAS* militar baseado em *GNSS* será o futuro *standard NATO*” (*NATO*, 2014, p. 8). De facto, uma série de estudos conduzidos sob a égide desta organização “reconheceram que o *GBAS GNSS* era a única solução (...) equivalente com os requisitos do atual *standard PALS* civil, o *ILS*” (*NATO*, 2014, p. 2). Ainda assim, de acordo com a *NATO* (2014, p. 2), as atividades necessárias para desenvolver esta capacidade, requerem uma janela de tempo que presumivelmente se estenderá até 2020.

Neste contexto, a FA vai manter o *ILS* como principal ajuda de precisão nos seus aeródromos, pelo menos mais uma década. Essa opção encontra-se espelhada no documento de planeamento elaborado pela DCSI em 2013, denominado Investimentos Militares (2016-2030), contendo os projetos propostos para inclusão na Lei de Programação Militar. Entre estes, destacam-se para o período de 2016-2018, a renovação de todos os sistemas *ILS* da FA, para além da implementação de um novo em Sintra até 2016. Projeta ainda para o período 2025-2030 a implementação de sistemas *GBAS* na FA.

---

<sup>13</sup> Despacho do CEMFA exarado na Informação N.º20992, 02DEZ11, EMFA/DIVOPS.

<sup>14</sup> *Idem*.



Desta forma, a estratégia prosseguida pela FA relativa aos sistemas de aproximação de precisão encontra-se em linha com a política seguida pela *NATO*, não descurando o caminho trilhado pela aviação civil, nomeadamente no âmbito do *SES*.

Assim, no curto ou médio prazo não é previsível que a implementação de procedimentos *RNAV* do tipo *GBAS* seja uma possibilidade, que permita a substituição das ajudas de precisão nos aeródromos da FA.

### (3) Equipamentos de navegação

No âmbito da aviação civil estão identificados os requisitos para cada tipo de operação *RNAV* e *RNP*, através de normas técnicas para a certificação de sistemas de navegação. As aeronaves militares, na sua grande maioria, não dispõem de sistemas de navegação com a certificação exigida para estes tipos de operação, independentemente de disporem por vezes de equipamentos com capacidades idênticas. Este é um problema que tem sido analisado pela *EUROCONTROL* no âmbito do *SES*, com o intuito de definir *standards* específicos aplicáveis às aeronaves de Estado.

As aeronaves da FA são muito distintas quanto às capacidades de navegação. De acordo com um responsável da Direção de Engenharia e Programas (DEP), “as aeronaves FALCON50, P-3C, C-295, C-130, F-16 e EH-101 estão equipadas com sistemas aviónicos capazes de executar perfis de voo *RNAV*, ainda que com arquiteturas distintas de cálculo de solução de navegação. Todas, com exceção do FALCON 50, integram o sensor *GNSS* na solução de navegação” (Coutinho, 2014). Ainda assim, a execução de procedimentos de aproximação *RNAV (GNSS)* requer o cumprimento de uma especificação de navegação do tipo *RNP*, isto é, com monitorização da performance. Segundo o mesmo responsável, “apenas o C-295 dispõe de soluções técnicas adequadas para o efeito” (Coutinho, 2014).

O processo de certificação deste tipo de capacidades tem de ser efetuado junto da entidade competente, a Autoridade Aeronáutica Nacional (AAN). A definição por parte das entidades europeias responsáveis, dos requisitos específicos aplicáveis às aeronaves militares no âmbito do *SES*, revela-se essencial para que a FA possa evoluir nesta área.

A UE e a *EUROCONTROL* têm vindo a estabelecer requisitos e objetivos futuros ao nível *CNS/ATM* para o espaço aéreo europeu. Em antecipação, na FA esses “requisitos têm sido considerados como essenciais nos programas de aquisição e modernização das plataformas” (Coutinho, 2014). Desta forma pode-se assegurar a necessária integração das aeronaves militares com o tráfego civil, evitando restrições e a necessidade de procedimentos diferenciados. Apesar de a DEP entender que “deste conjunto de requisitos *CNS/ATM*, têm



sido considerados como essenciais (entre outros) os requisitos *RNAV* 10, 5 e 1 e *RNP* 10, 1 e 0.3” (Coutinho, 2014), reconhece que atualmente “não está a decorrer qualquer programa que inclua a dotação da capacidade *RNAV* em aeronaves da FA” (Idem).

Assim, a capacidade existente e previsível num futuro próximo das aeronaves da FA utilizarem procedimentos *RNAV* (GNSS) reduz-se ao C295, pelo que, não será possível no curto e médio prazo proceder à substituição da rede de ajudas existente.

Pelo exposto, julga-se dispor de elementos suficientes para não validar a terceira hipótese. Deste modo relativamente à **PD3**: *Em que medida a implementação destes procedimentos permite substituir a rede de ajudas à navegação existente?* Não se pode afirmar que **H3** – *Estes procedimentos permitem a substituição da rede de ajudas à navegação*.

#### **d. Resumo da análise**

Testadas as hipóteses estamos agora em condições de responder à pergunta de partida que orientou esta investigação: *Qual o impacto na operação da FA decorrente da implementação de procedimentos de aproximação do tipo RNAV (GNSS) nos seus aeródromos?*

Verifica-se que tecnicamente, em termos gerais, existe a possibilidade de implementar procedimentos *RNAV* (GNSS) nos aeródromos da FA.

As vantagens identificadas prendem-se com a eficiência de utilização do espaço aéreo, os mínimos de aproximação e o aumento da interoperabilidade dos aeródromos militares relativamente à aviação civil. Ao nível da segurança verificou-se que a sua implementação é recomendada, como forma de prevenir eventos do tipo *CFIT* e *RWY excursions*, para além de contribuírem para a redução do *cockpit workload* e do *ATC workload*.

Constata-se ainda que a introdução de procedimentos *RNAV* (GNSS) nos aeródromos da FA não resulta numa substituição das ajudas convencionais, no curto ou médio prazo, ao invés do que é previsível que aconteça na aviação civil, seja por requisitos operacionais, equipamentos de navegação desadequados ou falta de certificação.



## Conclusões

Desde meados da década de noventa do século passado, momento em que surgiu critério técnico para a elaboração de procedimentos *RNAV*, tem-se assistido a desenvolvimentos tecnológicos aos níveis das infraestruturas de navegação e dos sistemas de bordo, que conduziram à implementação deste tipo de procedimentos. É hoje comum, na larga maioria dos aeroportos internacionais, mas também em outros aeródromos, os procedimentos convencionais coexistirem com os procedimentos *RNAV*.

Deste modo, as atuais tendências de navegação no que concerne aos procedimentos de aproximação, estão na base do contexto em que se desenvolveu esta investigação, que analisou o impacto em termos operacionais, da possível implementação de procedimentos de aproximação *RNAV* nos aeródromos da FA. Foi estudada a viabilidade dessa implementação, para além da identificação de impactos operacionais. Procurou-se determinar se estaríamos perante uma alternativa viável, que permite a substituição dos procedimentos publicados para os aeródromos da FA, ou apenas uma possibilidade, complementar aos procedimentos existentes, tomando em conta as especificidades militares.

Tendo por base a metodologia de investigação em ciências sociais proposta por *Raymond Quivy e Luc Campenhoudt*, foi formulada a seguinte pergunta de partida que serviu de base à investigação: *Qual o impacto na operação da FA decorrente da implementação de procedimentos de aproximação do tipo RNAV (GNSS) nos seus aeródromos?*

A fim de se obter uma resposta razoável para a pergunta de partida, a investigação socorreu-se de extensa pesquisa bibliográfica e análise documental. Foram ainda efetuadas cinco entrevistas do tipo estruturado, a militares da FA com responsabilidades e conhecimentos na área em estudo e a um responsável do INAC, I.P..

Ao longo dos três capítulos que compõem o presente trabalho, expõe-se a informação que permitiu testar as hipóteses formuladas, em resposta às perguntas derivadas da pergunta de partida, acima enunciada.

O primeiro capítulo apresenta as principais fontes de onde deriva o quadro de referência documental aplicável a esta temática e expõe a problemática que se verifica atualmente, no que concerne à implementação de procedimentos *RNAV (GNSS)*. Estão em discussão as vantagens deste tipo de procedimentos e a sua aplicação de forma generalizada, em substituição dos baseados em ajudas à navegação convencionais. Efetua-se ainda uma caracterização dos diversos tipos de aproximações por instrumentos, de acordo com a classificação *ICAO*, nos quais se inserem as aproximações *RNAV*. Refere-se o conceito de



Navegação Baseada no Desempenho (*PBN*), que introduz a designação de *RNP APCH*, para as aproximações *RNAV* de não-precisão e com guiamento vertical. Apresenta-se o *GBAS*, referido no *PBN Manual* da *ICAO* mas não compreendido nas *RNP APCH*.

No segundo capítulo descreve-se a realidade nacional no que respeita à implementação de procedimentos *RNAV*, tendo por base a *AIP* Portugal, complementada com os dados recolhidos, em sede de entrevista, junto do responsável pela área de procedimentos do INAC, I.P.. De seguida apresenta-se uma panorâmica dos procedimentos convencionais atualmente disponíveis nos aeródromos da FA.

No terceiro e último capítulo, procede-se à análise e tratamento dos dados recolhidos com o intuito de testar as hipóteses formuladas.

Constatou-se que a FA dispõe da capacidade técnica de elaboração de procedimentos por instrumentos do tipo *RNAV (GNSS)*, tendo em conta o facto de contar nas suas fileiras com técnicos certificados e detentores da formação necessária para o efeito. Por outro lado, na nossa área geográfica, está assegurada a qualidade do sinal *GNSS* em termos de integridade, disponibilidade, precisão e continuidade. Este facto permite a utilização do sinal em aproximações por instrumentos.

Considerou-se assim, perante a análise efetuada, poder verificar a hipótese “**H1** - *Do ponto de vista técnico existe a possibilidade de implementar procedimentos RNAV (GNSS) nos aeródromos da FA*”, em resposta à pergunta derivada “**PD1** - *Será tecnicamente viável a implementação de procedimentos RNAV (GNSS) nos aeródromos da FA?*”

Ao nível operacional a flexibilidade das trajetórias permitida pela navegação *RNAV* conduz a uma utilização mais eficiente do espaço aéreo. Possibilita a redução do consumo de combustível e diminuição do impacto ambiental ao nível de emissões de carbono e de ruído. Em regra, as aproximações *RNAV* apresentam redução de mínimos operacionais, nomeadamente através da introdução do guiamento vertical, quando comparadas com as convencionais.

Verificou-se ainda que este tipo de procedimentos pode preencher a lacuna identificada, referente ao guiamento para o segmento final das aproximações, nos aeródromos militares mais utilizados por companhias aéreas civis, aumentando assim a sua interoperabilidade.

Ao nível da segurança constatou-se que os procedimentos *RNAV (GNSS)* concorrem de forma significativa para a redução de acidentes e incidentes do tipo *CFIT* e *RWY*



*excursions*. Concorrem ainda para a redução do *cockpit workload* e do *ATC workload* nas áreas terminais. Por esse facto, organizações como a *ICAO*, *EUROCONTROL* e *EASA* encorajam os Estados a implementar estes procedimentos, com preponderância para as *APV*, como forma de prevenção desse tipo de eventos.

Deste modo, face à informação reunida, considerou-se poder verificar a hipótese “**H2** – *As aproximações RNAV (GNSS) permitem uma melhor utilização do espaço aéreo, redução de mínimos e um aumento da segurança de voo*”, em resposta à pergunta derivada “**PD2** - *Em que medida existem vantagens resultantes da criação deste tipo de procedimentos?*”

A especificidade das operações militares requer alternativas e requisitos próprios em termos de navegação aérea. Embora reconhecendo a necessidade da interoperabilidade entre os sistemas civis e militares, a *NATO* tem em conta essa especificidade. Nesse sentido, em termos de aproximações de não-precisão, preconiza a manutenção de uma rede de ajudas à navegação do tipo *TACAN*, pelo menos até 2025. Ao nível da precisão, a especificação de requisitos do futuro *PALS GBAS* militar é remetida para 2020, o que implica a continuidade do *ILS* na FA.

Da mesma forma verifica-se que, no que concerne aos equipamentos de navegação das aeronaves atualmente em uso na FA, a sua grande maioria não permite a utilização de procedimentos *RNAV (GNSS)*.

Neste contexto, a implementação destes procedimentos nos aeródromos da FA, não deverá conduzir no curto ou médio prazo, à substituição da rede de ajudas convencionais existente.

Assim, considerou-se dispor de informação bastante para não validar a hipótese “**H3** – *Estes procedimentos permitem a substituição da rede de ajudas à navegação*, em resposta à pergunta derivada “**PD3** - *Em que medida a implementação destes procedimentos permitem substituir a rede de ajudas à navegação existente?*”

Após verificação das hipóteses consideradas foi possível responder à pergunta de partida: *Qual o impacto na operação da FA decorrente da implementação de procedimentos de aproximação do tipo RNAV (GNSS) nos seus aeródromos?*

A implementação de procedimentos de aproximação do tipo *RNAV (GNSS)* nos aeródromos da FA é viável do ponto de vista técnico e terá impacto na operação a vários níveis. Desde logo ao nível operacional, melhorando a eficiência no uso do espaço aéreo, a



qualidade da operação nos aeródromos militares e a interoperabilidade dos mesmos com a aviação civil. Por outro lado, concorrerem de forma significativa para um aumento da segurança das operações aéreas. Todavia, não é expectável que permitam no curto ou médio prazo, a substituição das ajudas à navegação convencionais atualmente em uso.

Embora tenham sido identificadas diversas vantagens operacionais e do ponto de vista da segurança, associadas à utilização de procedimentos *RNAV (GNSS)*, estas só são aproveitadas, na medida em que existam aeronaves que disponham de equipamentos de navegação e de certificação apropriados. Revela-se assim necessário que em futuros programas de atualização de equipamentos de navegação ou de aquisição de novos sistemas de armas, a FA tenha em conta a necessidade de certificação para este tipo de operação.

Estamos portanto perante a possibilidade de introdução de uma técnica de navegação que, como se verificou, já é uma realidade no presente, devendo constituir uma obrigatoriedade num futuro próximo, assim que as aeronaves forem capacitadas para o efeito, eliminando a necessidade de utilização de ajudas rádio baseadas em terra, para além de um mínimo necessário para assegurar a especificidade das operações militares.

Presentemente para a FA, os procedimentos *RNAV (GNSS)*, salvo melhor opinião, apresentam-se como uma possibilidade de complementar a oferta de aproximações dos seus aeródromos e um estímulo ao desenvolvimento de capacidades, que se vão revelar necessárias num futuro com um horizonte temporal não muito distante.

A presente investigação pretendeu constituir um contributo para a sistematização de conhecimentos e para a análise da realidade atual, relativa aos procedimentos de aproximação baseados em satélite, uma área de especial complexidade técnica.

A nossa organização confronta-se atualmente com a necessidade de estabelecer orientações e tomar decisões relativamente à implementação de procedimentos *RNAV* nos seus aeródromos. Esta avaliação pode contribuir para a definição de uma estratégia da FA nesta área.

Decorrente das limitações inerentes ao tipo de trabalho efetuado, foram identificadas dimensões da investigação que podem ser objeto de futura análise e aprofundamento teórico. Fica assim por estudar o impacto económico-financeiro que a implementação de procedimentos *RNAV* nos aeródromos da FA pode constituir. São diversas as vertentes em que esse impacto pode ser significativo, nomeadamente no que concerne à aquisição e manutenção de ajudas convencionais e a uma maior geração de receitas em termos de taxas



de tráfego. Por outro lado, a redução do tempo de voo e consequentemente do combustível consumido pode igualmente ser relevante.

Com base no estudo efetuado e resultados obtidos através do tratamento dos dados recolhidos, relativamente a procedimentos de aproximação do tipo *RNAV (GNSS)*, considera-se pertinente formular as seguintes recomendações:

À DIVOPS:

- Que em conjunto com o CA, defina formalmente a estratégia da FA relativamente à Navegação de Área (*RNAV*), no espaço aéreo da sua responsabilidade;
- Que em conjunto com a DEP, defina formalmente a estratégia da FA relativamente às capacidades dos sistemas de navegação instaladas e a instalar nos sistemas de armas;
- Que em conjunto com a AAN, sejam desenvolvidos esforços no sentido da certificação *RNAV* dos sistemas de navegação instalados e a instalar nos sistemas de armas;
- Que seja elaborado ao nível da FA, com a participação do CA, DEP e DCSI, um plano integrado atualizado relativamente às infraestruturas de ajuda à navegação, tendo em conta os requisitos operacionais e os equipamentos das aeronaves;
- Que sejam implementados mecanismos efetivos de coordenação entre as entidades acima referidas, no âmbito das matérias relacionadas com a navegação aérea.

Ao CA:

- Que avalie a possibilidade de implementar procedimentos de aproximação *RNAV* com mínimos *LNAV*, *LNAV/VNAV* e *LPV*, de forma generalizada nos aeródromos da FA, de acordo com as prioridades e requisitos operacionais que entretanto forem definidos.



## Bibliografia

- Alblowi, M., 2014. *Second MID Region Safety Summit - ICAO*. [Em linha]  
Disponível em:  
[http://www.icao.int/MID/\\_layouts/mobile/view.aspx?List=8b428607-287c-4403-b5a3-70d92fa97d39&View=5a00d5df-2f72-4cd5-864b-3086bfcd4368&RootFolder=%2FMID%2FDocuments%2F2014%2FSecond%20MID%20Region%20Safety%20Summit](http://www.icao.int/MID/_layouts/mobile/view.aspx?List=8b428607-287c-4403-b5a3-70d92fa97d39&View=5a00d5df-2f72-4cd5-864b-3086bfcd4368&RootFolder=%2FMID%2FDocuments%2F2014%2FSecond%20MID%20Region%20Safety%20Summit)  
[Acedido em 15 fevereiro 2015].
- Barrau, S. & Cabrières, D., 2013. *IPDE3 Procedure Design Course RNAV*. Toulouse: ENAC - Ecole Nationale de l'aviation Civile.
- Boeing, 2008. Operational Benefits of Performance-Based Navigation. *Aeromagazine*, Quarter 02, pp. 13-21.
- Canilho, L. T. B., 2014. *Chefe da Secção de Comunicações, Navegação e Vigilância Aeronáutica (SCNVA) da Direção de Comunicações e Sistemas de Informação (DCSI)* [Entrevista] (25 novembro 2014).
- Cardoso, A. V., 2014. *Responsável pela área de procedimentos do Departamento de Navegação Aérea, do Instituto Nacional de Aviação Civil (INAC, I.P.)* [Entrevista] (24 Novembro 2014).
- Comando Aéreo, 2014. *Military AIP - Military Aeronautical Information Publication*. Lisboa: Força Aérea.
- Coutinho, D., 2014. *Coordenador do Núcleo de Testes e Ensaios da Direção de Engenharia e Programas (DEP)* [Entrevista] (9 dezembro 2014).
- De Smedt, D., 2012. *Vertical Navigation (for PBN)*. Brussels, EUROCONTROL.
- EASA, 2015. *NPA 2015-01 PBN Implementation in the European Air Traffic Management Network*. Cologne: European Aviation Safety Agency.
- EGNOS Service Provider, 2013. *ACCEPTA Lisbon WORKSHOP*. Lisboa, ESSP.
- EMFA, 2009. *Plano Diretor de Infraestruturas Aeronáuticas da Força Aérea*. Alfragide: Força Aérea, Estado-Maior, Divisão de Operações.
- ESA, 2011. *www.esa.int*. [Em linha]  
Disponível em:  
[http://www.esa.int/Our\\_Activities/Navigation/How\\_satellite\\_navigation\\_works](http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/How_satellite_navigation_works)  
[Acedido em 25 Outubro 2014].



ESA, 2013. <http://www.esa.int/>. [Em linha]  
Disponível em: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Navigation/The\\_present\\_-\\_EGNOS/What\\_is\\_EGNOS](http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/The_present_-_EGNOS/What_is_EGNOS)  
[Acedido em 3 jan 2015].

ESA, 2014. <http://www.esa.int/>. [Em linha]  
Disponível em: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Navigation/The\\_future\\_-\\_Galileo/What\\_is\\_Galileo](http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/The_future_-_Galileo/What_is_Galileo)  
[Acedido em 3 jan 2015].

ESA, 2014. <http://www.navipedia.net/>. [Em linha]  
Disponível em: [http://www.navipedia.net/index.php/Galileo\\_General\\_Introduction](http://www.navipedia.net/index.php/Galileo_General_Introduction)  
[Acedido em 3 jan 2015].

EUROCONTROL - Network Manager, 2013. *Introducing Performance Based Navigation (PBN) and Advanced RNP (A-RNP)*. Brussels: European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL).

EUROCONTROL, 2012a. [www.eurocontrol.int](http://www.eurocontrol.int). [Em linha]  
Disponível em: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/2013-rnav-approaches-factsheet.pdf>  
[Acedido em 19 Outubro 2014].

EUROCONTROL, 2012b. *Another step forward for EGNOS*. [Em linha]  
Disponível em: <https://www.eurocontrol.int/news/another-step-forward-egnos>  
[Acedido em 3 jan 2015].

EUROCONTROL, 2015. *RNAV Approaches*. [Em linha]  
Disponível em: <https://www.eurocontrol.int/articles/rnav-approaches>  
[Acedido em 17 fevereiro 2015].

European Commission, 2008. *COMMISSION REGULATION (EC) No 859/2008*. Brussels: Official Journal of the European Union.

Freissinet, S., 2015. [www.1001crash.com](http://www.1001crash.com). [Em linha]  
Disponível em: <http://www.1001crash.com/index-page-statistique-lg-2-numpage-3.html>  
[Acedido em 23 janeiro 2015].

GSA, 2010. <http://accepta.ineco.es/>. [Em linha]  
Disponível em: <http://accepta.ineco.es/accepta/html/main.html>  
[Acedido em 20 novembro 2014].



GSA, 2014. *EGNOS Safety of Life (SoL), Service Definition Document*. 2.1 ed. Prague: European Global Navigation Satellite Systems Agency.

GSA, 2014. <http://www.gsa.europa.eu/>. [Em linha]  
Disponível em: <http://www.gsa.europa.eu/galileo/why-galileo>  
[Acedido em 30 dez 2014].

GSA, 2015. *EGNOS Portal, What is GNSS?*. [Em linha]  
Disponível em: [www.egnos-portal.eu](http://www.egnos-portal.eu)  
[Acedido em 14 janeiro 2015].

HELIOS, 2009. *RNAV Approach Benefits Analysis - Final Report*, Farnborough: HELIOS.

ICAO General Assembly, 2007. *Resolutions Adopted by the Assembly - 36th Session*. Montréal: International Civil Aviation Organization.

ICAO General Assembly, 2010. *Resolutions Adopted by the Assembly - 37th Session*. Montréal: International Civil Aviation Organization.

ICAO, 2005. *ICAO Doc 9849, Global Navigation Satellite System (GNSS) Manual*. 1st ed. Montréal: ICAO.

ICAO, 2006. *ICAO Annex 10, Volume I: Radio Navigation Aids*. 6th ed. Montréal: International Civil Aviation Organization.

ICAO, 2008. *ICAO Annex 6, Operation of Aircraft, Part II: International General Aviation - Aeroplanes*. 7th ed. Montréal: International Civil Aviation Organization.

ICAO, 2009. *ICAO Doc 9906, Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design, Volume I: Flight Procedure Design Quality Assurance System*. 1st ed. Montréal: International Civil Aviation Organization.

ICAO, 2012. *ICAO EUR RNP APCH Guidance Material (EUR Doc 025)*. 1st ed. Paris: International Civil Aviation Organization.

ICAO, 2013. *ICAO Doc 9613, Performance-based Navigation (PBN) Manual*. 4th ed. Montréal: International Civil Aviation Organization.

ICAO, 2014. *ICAO Doc 8168, Aircraft Operations, Volume II: Construction of Visual and Instrument Flight Procedures*. 6th ed. Montréal: International Civil Aviation Organization.



IESM, 2014. *NEP / ACA - 010, Trabalhos de Investigação*. SET2014 ed. Pedrouços: Instituto de Estudos Superiores Militares.

IESM, 2014. *NEP / ACA - 018, Regras de apresentação e referência para os trabalhos escritos a realizar no IESM*. SET2014 ed. Pedrouços: Instituto de Estudos Superiores Militares.

INAC, I.P., 2009a. *CIA N° 13/2009, Procedimentos de aproximação por instrumentos de não-precisão baseados em RNAV (GNSS)*. Lisboa: Instituto Nacional de Aviação Civil, I.P..

INAC, I.P., 2009b. *CIA N° 14/2009, NOTAM GNSS*. Lisboa: Instituto Nacional de Aviação Civil, I.P..

INAC, I.P., 2010. *Procedimentos de voo por instrumentos (Regulamento 100/2010)*. Lisboa: Diário da República.

INAC, I.P., 2013. *CIA N° 39/13, Requisitos relativos à navegação baseada no desempenho*. Lisboa: Instituto Nacional de Aviação Civil.

Jeppesen, 2015. *Airway Manual - EUR, USA*. s.l.:Jeppesen Sanderson, Inc., a Boeing Company.

LLC, 2014. *Dictionary.com*. [Em linha]  
Disponível em: <http://dictionary.reference.com/browse/retrofit?s=t>  
[Acedido em 21 outubro 2014].

Marques, R. H., 2014. *Chefe do Centro de Gestão de Tráfego Aéreo* [Entrevista] (21 novembro 2014).

Marques, V. M., 2015. *Adjunto para o tráfego aéreo da Divisão de Operações (DIVOPS)* [Entrevista] (12 janeiro 2015).

Medeiros, D. M. C., 2010. *Sistemas de aproximação RNAV e RNP AR, Estudo para o aeroporto da Ilha do Pico*. Covilhã: Universidade da Beira Interior.

Ministério da Defesa Nacional, 2005. *Despacho n°49/MEDNAM*. Lisboa: MDN.

NATO, 2009. *STANAG 3759 - NATO SUPPLEMENT TO ICAO DOC 8168-0PS/611, VOL II FOR THE PREPARATION OF INSTRUMENT APPROACH AND DEPARTURE PROCEDURES- AATCP-1(C)*. Brussels: NSA.

NATO, 2014. *Future Precision Approach and Landing System, Integrated Project Team - Final Report*. Brussels: NATO HQ.



NAV AIS, 2014. *AIP Portugal - Aeronautical Information Publication*. Lisboa: NAV Portugal, E.P.E..

NAV AIS, 2014. *Manual VFR*. Lisboa: NAV Portugal, E.P.E..

NAV, 2013. *LPV (APV SBAS) approach procedures in Portugal - ACCEPTA Project*. Lisboa, NAV Portugal, E.P.E..

NetJets, 2013. *ACCEPTA in Lisbon*. Lisboa: NetJets Transportes Aéreos, S.A..

Quivy, R. & Campenhoudt, L., 2005. *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. 4.<sup>a</sup> ed. s.l.:Gradiva.

Rawlings, R. & Farnworth, R., 2010. PBN: optimising airspace and improving airport access. *Skyway magazine*, December, pp. 39-41.

SESAR Joint Undertaking, 2014. <http://www.sesarju.eu/>. [Em linha]  
Disponível em: <http://www.sesarju.eu/print/1879>  
[Acedido em 20 novembro 2014].

SKYbrary, 2010. *Workload (OGHFA BN)*. [Em linha]  
Disponível em: [http://www.skybrary.aero/index.php/Workload\\_\(OGHFA\\_BN\)](http://www.skybrary.aero/index.php/Workload_(OGHFA_BN))  
[Acedido em 16 fevereiro 2015].

SKYbrary, 2011. *Flight Management System*. [Em linha]  
Disponível em: [http://www.skybrary.aero/index.php/Flight\\_Management\\_System](http://www.skybrary.aero/index.php/Flight_Management_System)  
[Acedido em 16 fevereiro 2015].

SKYbrary, 2014. *Controlled Flight Into Terrain*. [Em linha]  
Disponível em: [http://www.skybrary.aero/index.php/Controlled\\_Flight\\_Into\\_Terrain](http://www.skybrary.aero/index.php/Controlled_Flight_Into_Terrain)  
[Acedido em 17 janeiro 2015].

Universal Avionics, 2013. *Understanding Required Navigation Performance (PBN) and Area Navigation (RNAV) Operations - White Paper*. Tucson: Universal Avionics Systems Corporation.



Anexo A – Quadro concetual

Pergunta de Partida	Perguntas Derivadas	Hipóteses	Conceitos	Dimensões	Indicadores
<p><b>PP:</b> Qual o impacto na operação da Força Aérea decorrente da implementação de procedimentos de aproximação do tipo RNAV (GNSS) nos seus aeródromos?</p>	<p><b>PD1:</b> Será tecnicamente viável a implementação de procedimentos RNAV (GNSS) nos aeródromos da Força Aérea?</p>	<p><b>H1</b> – Do ponto de vista técnico existe a possibilidade de implementar procedimentos RNAV (GNSS) nos aeródromos da Força Aérea.</p>	Design de procedimentos de voo	Capacidade técnica	Formação Certificação
			GNSS ( <i>Global Navigation Satellite System</i> )	Qualidade do sinal	Integridade Disponibilidade Precisão Continuidade
	<p><b>PD2:</b> Em que medida existem vantagens resultantes da criação deste tipo de procedimentos?</p>	<p><b>H2</b> – As aproximações RNAV (GNSS) permitem uma melhor utilização do espaço aéreo, redução de mínimos e um aumento da segurança de voo.</p>	Aproximação RNAV	Operacional	Operacional
<p><b>PD3:</b> Em que medida a implementação destes procedimentos permite substituir a rede de ajudas à navegação existente?</p>	<p><b>H3</b> – Estes procedimentos permitem a substituição da rede de ajudas à navegação.</p>	Ajudas à navegação convencionais	Segurança de voo	Segurança de voo	Prevenção <i>CFTT / RWY excursions</i> Cockpit workload / ATC workload
				Não precisão	Infraestrutura de navegação
				Precisão	Infraestrutura de navegação
				Equipamentos de navegação	Capacidade/desempenho/ performance Certificação



Os conceitos constantes no Quadro concetual são definidos da seguinte forma:

Ajudas à navegação convencionais – ajudas à navegação baseadas exclusivamente em terra, do tipo NDB, VOR, TACAN e SRE (não-precisão) e do tipo ILS ou PAR (precisão).

Aproximação RNAV – nome genérico para qualquer tipo de aproximação concebida para ser voada usando o sistema de bordo de navegação de área. Utiliza *waypoints* para descrever a trajetória a ser voada, em vez de rumos e radiais de ou para ajudas à navegação em terra. A especificação de navegação RNP APCH é sinónima de aproximação RNAV (ICAO, 2012, p. 6).

(Nota: Uma aproximação RNAV é descrita através de uma série de *waypoints*, segmentos de voo e restrições de altitude armazenadas na base de dados de navegação a bordo da aeronave).

Design de procedimentos de voo – o pacote completo que inclui todas as considerações que entraram no desenvolvimento de um procedimento de voo por instrumentos (ICAO, 2009, p. 2).

GNSS – sistema mundial de determinação de posição e tempo, que inclui uma ou mais constelações de satélites, recetores de aeronaves e sistemas de monitorização de integridade, incrementado como necessário, para cumprir o requisito de performance de navegação para o tipo de operação pretendida (ICAO, 2014, pp. I-1-1-4).

Termo genérico para todos os sistemas de navegação por satélite e seus incrementos. GNSS inclui GPS, *Galileo*, *Glonass*, *Compass*, ABAS, SBAS, GBAS (ICAO, 2012, p. 5).



## **Anexo B – Entrevista ao TCOR/TOCART Rui H. Marques, Chefe do Centro de Gestão de Tráfego Aéreo (CGTA) do Comando Aéreo (respostas por e-mail)**

### **Q1 - Quais são as responsabilidades do CGTA relativamente a procedimentos por instrumentos para os aeródromos da Força Aérea?**

Conforme estabelecido no RFA 305-3, o Setor de Procedimentos do CGTA tem como missão assegurar a produção dos procedimentos por instrumentos e respetivas cartas para todos os aeródromos militares. Assim, elaboramos estudos técnicos e procedimentos de aproximação e de saída por instrumentos, para os aeródromos militares, de acordo com a legislação nacional e internacional aplicável.

### **Q2 - Qual a legislação nacional e ou internacional em que o CGTA se baseia para a elaboração de procedimentos por instrumentos?**

Desde 2005, ano da publicação do Despacho nº49/MEDNAM/2005 de 11 de Março, a Força Aérea encontra-se vinculada ao estipulado pelo NATO STANAG 3759, no sentido da adoção do critério ICAO para a elaboração de procedimentos. As normas do ICAO Doc. 8168, conforme estabelecido pelo referido STANAG, são complementadas pela publicação AATCP-1, que estabelece critério suplementar para procedimentos de uso exclusivo militar, não previstos nas normas da ICAO.

Em termos de qualidade utilizamos igualmente os manuais de referência da ICAO para esta área, nomeadamente o ICAO Doc. 9906 – *Quality Assurance Manual for Flight Procedure Design*.

Ao nível nacional seguimos as orientações expressas no Regulamento 100/2010 do INAC, de forma a promover a segurança de voo e assegurando as qualificações e certificação necessária dos nossos técnicos de procedimentos. Nesse sentido a formação dos técnicos de procedimentos da Força Aérea tem sido efetuada na *Ecole Nationale de l'Aviation Civile* (ENAC), sediada em França, um estabelecimento de ensino certificado pela ICAO para ministrar este tipo de instrução. É uma das poucas organizações a nível mundial que disponibiliza formação nesta área. O curso de procedimentos frequentado pelos técnicos consistiu em três módulos, com a duração de três semanas cada, com a seguinte divisão de matérias:

- IPD1-E *Comprehensive Instrument Procedure Design Course: Non-precision approach;*
- IPD2-E *Comprehensive Instrument Procedure Design Course: Departure and precision approach;*
- IPD3-E *Comprehensive Instrument Procedure Design Course: Performance Based Navigation (RNAV)*

Esta formação acarreta custos elevados para a Força Aérea, mas revela-se essencial para a manutenção da capacidade de elaboração de procedimentos na Força Aérea e para assegurar a qualidade dos mesmos.

Atualmente coloca-se a questão de assegurar a manutenção no médio/longo prazo de capacidades nesta área, nomeadamente no que concerne aos procedimentos convencionais. As atuais restrições orçamentais aliadas ao facto de a elaboração de procedimentos por instrumentos implicar um período alargado de treino prático, requerem um planeamento de formação atempado.

Neste sentido a ENAC foi questionada acerca da possibilidade de deslocar um formador a Portugal para a realização de um curso de procedimentos de aproximação e de saída por instrumentos convencionais a ser ministrado a seis formandos. De forma a reduzir a duração do curso e conseqüentemente a permanência do instrutor estrangeiro em Portugal, foi proposto à ENAC que o treino básico seja ministrado pelos militares da Força Aérea habilitados nesta área. Esta possibilidade permitiria assegurar a formação certificada de um número de militares adequado às necessidades da Força Aérea por um período alargado, reduzindo tempos de formação e custos associados. A Força Aérea passaria a dispor de técnicos nesta área colocados nas Unidades base, para além dos elementos do Comando Aéreo/CGTA responsáveis pelos procedimentos, o que facilitaria a coordenação com as Bases Aéreas e a rotação de pessoal quando necessário.

### **Q3 – Qual a sua opinião acerca da viabilidade de criação de procedimentos RNAV (GNSS) para os aeródromos da Força Aérea?**

Conforme referido anteriormente, temos técnicos com os conhecimentos e a certificação necessária para a elaboração de procedimentos convencionais e procedimentos RNAV. Dispomos igualmente de um *software* específico que é utilizado na elaboração dos procedimentos por instrumentos. Para responder diretamente à questão, cumprimos os requisitos, temos os meios e o sinal da rede GNSS está disponível. Assim sendo, considero que da parte do CGTA, estão reunidas as condições para a criação de procedimentos RNAV para os aeródromos da Força Aérea.

### **Q4 – O CGTA tem alguma solicitação ou requisito operacional para implementar procedimentos RNAV (GNSS) nos aeródromos da Força Aérea?**

Desde há algum tempo têm vindo a surgir solicitações para elaboração de procedimentos de aproximação RNAV. No caso da BA4 (Lajes) essas solicitações são provenientes dos responsáveis locais pelos Serviços de Tráfego Aéreo (STA). A justificação apresentada prende-se com requisitos operacionais da USAF



(*United States Air Force*) e de outros operadores americanos cujas aeronaves se encontram equipadas para navegação RNAV e habitualmente utilizam este tipo de procedimentos. Para além deste facto, dado que a BA4 é escalada por diversas companhias aéreas civis, os procedimentos RNAV seriam a única alternativa disponível à vectorização RADAR, para encaminhamento das aeronaves civis até ao segmento final de aproximação.

Note-se que, as aeronaves de Estado americanas, assim como a maioria das companhias aéreas civis, por questões de segurança, não efetuam aproximações convencionais baseadas em NDB.

A mesma racionalidade relativa às aeronaves civis tem sido discutida internamente no CGTA para o caso da BA11 (Beja). Após a desativação da componente VOR do BEJ, a vectorização RADAR é a única alternativa às aproximações NDB para as aeronaves civis que escalam o aeródromo.

Recentemente ocorreram contactos informais com o Comando da BA6 (Montijo), onde foi abordada a possibilidade de publicação de procedimentos RNAV, tendo em vista a perspectiva de utilização do Montijo por companhias aéreas civis. Estes procedimentos poderiam melhorar os fluxos de tráfego, dada a exiguidade do espaço aéreo sob responsabilidade dos Serviços de Tráfego Aéreo da BA6.

Por fim fomos ainda solicitados para participar no GT PENIND (Plano Estratégico Nacional para a Implementação da Navegação baseada no Desempenho), em conjunto com o INAC e a NAV Portugal. Este grupo de trabalho vai produzir o PBN *Implementation Plan* português, onde será enquadrada a questão dos procedimentos RNAV no espaço aéreo sob responsabilidade da Força Aérea.

**Q5 – O CGTA tem alguma estratégia ou segue alguma orientação relativamente à implementação deste tipo de procedimentos nos aeródromos da Força Aérea?**

Formalmente não existe nenhuma orientação relativamente a esta matéria. Temos contudo mantido contacto com a DIVOPS acerca do assunto e temos pontos de vista comuns. É nossa intenção publicar procedimentos RNAV onde se verificar que constituem requisito ou suscitam vantagens operacionais, nomeadamente para ir de encontro às situações referenciadas na resposta anterior. Até agora, dado que na Força Aérea segundo julgo saber, apenas dois tipos de aeronaves podem fazer procedimentos RNAV, o assunto não foi uma prioridade. Como referi, tencionamos logo que possível começar o processo de implementação desses procedimentos. O caminho da Força Aérea nesta área tem sido percorrido tendo em conta e à semelhança do que tem acontecido no âmbito civil. São os requisitos operacionais, nomeadamente derivados de aeronaves equipadas e certificadas que nos conduzem ao desenvolvimento de respostas adequadas.

Em 2013 decorreu um seminário em Lisboa, o seminário ACCEPTA, onde um responsável da área de procedimentos da NAV Portugal, E.P.E., referiu durante a sua apresentação, que é necessário existirem mais aeronaves equipadas RNAV para que os ANSP invistam em procedimentos RNAV. Esse é o pensamento reinante entre os prestadores de serviços de navegação aérea. Ainda assim, as coisas estão a mudar, verificando-se cada vez mais a publicação deste tipo de procedimentos tanto em aeródromos civis como, embora em menor escala, nos militares.

**Q6 – Em sua opinião a implementação destes procedimentos tem alguma vantagem? Em caso afirmativo qual (ais)?**

Embora a nível da Força Aérea esta questão não tenha sido objeto de estudo, pelo que se pode observar na documentação disponível e de acordo com os técnicos, em termos genéricos, estes procedimentos trazem diversas vantagens para as aeronaves com equipamento adequado para os utilizar. As vantagens apontadas têm a ver com uma racionalização do espaço aéreo derivada da flexibilidade das trajetórias. Permitem reduzir essas trajetórias e dessa forma poupar combustível e reduzir o impacto ambiental. Trazem ainda a possibilidade do guiamento vertical, para as pistas onde não existe aproximação de precisão, melhorando assim a segurança da navegação. No caso específico da Força Aérea podem ainda constituir alternativa para as aeronaves civis que escalam os aeródromos militares.

**Q7 – O CGTA coordena a sua atuação nesta área com algum órgão da Força Aérea ou entidade externa?**

O CGTA mantém uma ligação próxima com a SCNVA da DCSI no que concerne à operacionalidade da rede de ajudas à navegação. Acompanhamos em conjunto com esse órgão o planeamento e a execução dos voos de verificação (*flight checks*) e as restantes questões que possam de algum modo afetar a navegação aérea em geral e os procedimentos por instrumentos em particular. Em termos de planeamento e elaboração de procedimentos, trabalhamos em conjunto com a DIVOPS e as Bases Aéreas.

**Q8 – Existe algum requisito de carácter técnico ou orientação ao nível nacional ou internacional no sentido da manutenção da rede de ajudas-rádio dos tipos TACAN, VORTAC, VOR/DME, VOR ou NDB?**

Segundo tenho conhecimento, a estratégia da NATO é a de manter uma rede de ajudas à navegação militares do tipo TACAN. O VOR é uma ajuda tipicamente civil pelo que não conheço nenhum requisito aplicável diretamente aos militares. De acordo com o previsto, o NDB nos aeródromos da Força Aérea deverá ser descontinuado até 2015.



**Q9** – Existe algum requisito de carácter técnico ou orientação ao nível nacional ou internacional no sentido da utilização de sistemas de aproximação de precisão do tipo PAR, ILS ou outro?

Relativamente ao PAR Existe um Despacho do CEMFA de 2011 que estabelece a estratégia específica para os sistemas PAR na Força Aérea. Quanto ao ILS deverá ser o sistema de precisão utilizado até a NATO tomar decisões quanto ao futuro PALS (*Precision Approach Landing System*).

**Q10** – Há algum documento orientador ao nível da Força Aérea que determine ou forneça orientações acerca da estratégia a seguir na área das ajudas-rádio?

Sim. A estratégia da Força Aérea para esta área está definida no Plano Diretor de Infraestruturas Aeronáuticas da Força Aérea, elaborado em 2009 pela DIVOPS e aprovado pelo CEMFA. Esse plano deveria ser revisto de dois em dois anos mas até à data ainda não foi objeto de revisão. Existe ainda um documento elaborado pela DCSI, denominado “Investimentos Militares – Infraestruturas Aeronáuticas”. Foi produzido em função dos objetivos LCIP e do Plano Diretor de Infraestruturas Aeronáuticas e remetido à DIVCSI para propor a sua inclusão em sede de LPM. Existe ainda o Despacho do CEMFA de 2011, referido na questão anterior, que estabelece a estratégia específica para os sistemas PAR na Força Aérea.



**Anexo C – Guião da entrevista ao responsável pela área de procedimentos do Departamento de Navegação Aérea, do Instituto Nacional de Aviação Civil (INAC) – António Vieira Cardoso (respostas por e-mail)**

**Q1 – Qual a estratégia do Instituto Nacional de Aviação Civil (INAC) relativamente a procedimentos de aproximação do tipo RNAV (GNSS)?**

É importante, para responder a esta pergunta, fazer um pequeno enquadramento histórico.

No âmbito da INFANAV foi criado, em 2011, um Grupo de Trabalho com o propósito de estabelecer um Plano Estratégico Nacional de Ajudas Rádio (GT PENAR), com elementos do INAC I.P., da Força Aérea e da NAV Portugal E.P.E..

Este ano, aquando de uma reunião do GT PENAR, foi tomada a decisão de reformular os objetivos do GT, tendo por base o facto de que não fazia sentido trabalhar-se num plano estratégico de ajudas à navegação sem primeiro se apontar qual a estratégia nacional para a navegação aérea, mormente, a navegação aérea baseada no desempenho.

Com o pressuposto expresso no parágrafo anterior foi criado o GT do Plano Nacional para a Implementação da Navegação baseada no Desempenho (GT PENIND), com representantes das mesmas instituições com o objetivo de produzir o que, a nível internacional, se denomina o plano do PBN.

De momento já existe um documento produzido, que está na posse de todos, sujeito a comentários, para ser - depois de aprovado por todos -, apresentado a nível nacional e internacional. Prevê-se para janeiro de 2015 a continuação dos trabalhos deste GT.

A posição do INAC I.P. é de apoio absoluto ao desenvolvimento e publicação de aproximações RNP APCH, mínimos LNAV, LNAV/VNAV e LPV, para todos os aeroportos civis, onde tal for possível.

Por outro lado, está em estudo a possibilidade de se desenvolver aproximações PInS para os helicópteros do INAER, especialmente para os hospitais que são utilizados pela emergência médica.

**Q2 – Existe alguma orientação a nível interna ou externo nesta área?**

A ICAO, através de duas resoluções, A37-23 e A36-10, apontou a adopção da navegação baseada no desempenho como enquadramento regulatório para a navegação de área ou regional e para as aproximações com guiamento vertical (APV), enquanto padrão mínimo para as aproximações por instrumentos. Na realidade, os Estados Contratantes foram instados a implementar aproximações APV, para todas as pistas utilizadas por aeronaves com um MTOW igual ou superior a 5700kg.

Por outro lado, a Comissão Europeia (CE) em 2012 mandou o Eurocontrol a iniciar os trabalhos para a criação do documento que irá ser o Regulamento europeu da navegação baseada no desempenho.

Este documento, ainda como rascunho, esteve em consulta pública durante os últimos 3 meses de 2012 e em 2013. Foi posteriormente efetuada uma reunião no Eurocontrol, onde foram discutidos todos os pontos do futuro regulamento europeu. Por razões de ordem técnica, a CE entendeu retirar a proposta do futuro regulamento europeu que estava a ser produzido sob responsabilidade do Eurocontrol e passá-lo para a EASA.

A razão subjacente a esta mudança da CE, prende-se essencialmente com a necessidade de enquadrar várias áreas em que já existe regulamentação e a navegação baseada no desempenho, em que naturalmente se irá incluir a obrigatoriedade de se implementar aproximações RNP APCH com guiamento vertical, barométrico ou suportado no EGNOS.

Resumindo, a ICAO já apontou o caminho e a UE, através de Regulamentação a sair em 2015, irá determinar que o futuro da navegação aérea na Europa será o PBN.

**Q3 – Qual o ponto de situação dos aeródromos e aeroportos portugueses relativamente a este tipo de procedimentos?**

Neste momento estão publicadas as seguintes aproximações:

- Aeroporto de Faro: RNAV (GNSS) com mínimos LNAV e LNAV/VNAV para a pista 10, que cumpre todos os critérios de CDFA;
- Aeródromo do Corvo: RNAV (GNSS) com mínimos LNAV; no entanto, esta aproximação não é direta por razões de orografia, podendo ser considerada um “*cloud break*”;
- Aeroporto João Paulo II, Ponta Delgada: Já foi aprovada pelo INAC, I.P. uma aproximação RNAV (GNSS) para a pista 12. No entanto, por questões de natureza técnica, ainda não consta no AIP de Portugal. Prevê-se a sua publicação para Março/ Abril de 2015.
- Aeroporto de Lisboa: Decorre o processo de aprovação no INAC, I.P. de duas aproximações RNAV (GNSS), para as pistas 03 e 21.

Estas aproximações têm mínimos LNAV, LNAV/VNAV e LPV, ou seja, têm dois guiamientos verticais, um barométrico e outro suportado pelo EGNOS, cabendo aos operadores decidirem (pois depende da certificação) qual o guiamento vertical para a aproximação final que irão utilizar.



De referir que o Aeródromo de Vila Real já tem uma aproximação RNAV (GNSS) publicada.

Fora do âmbito RNAV (GNSS), o INAC, I.P., a NAV Portugal e a Airbus/ProSky estão a desenvolver um projeto para o Aeroporto da Madeira e para o Aeroporto da Horta, de aproximações RNP AR, porque devido a questões de orografia as aproximações RNAV (GNSS) são impossíveis para estes aeroportos.

**Q4 – Num contexto de utilização mista civil/militar de alguns aeródromos da FA, considera ser viável e em caso afirmativo desejável, a criação de procedimentos do tipo RNAV (GNSS) para esses aeródromos?**

Sem dúvida que para a Base Aérea n.º 4 – Lajes e Base Aérea n.º 11 – Beja, bases da Força Aérea Portuguesa que são utilizadas por aeronaves civis de transporte aéreo, será muito importante a implementação de procedimentos de aproximação do tipo RNAV (GNSS), enquadrados numa estrutura terminal de navegação baseada no desempenho.

**Q5 – Em sua opinião a implementação deste tipo de procedimentos tem alguma vantagem? Em caso afirmativo qual (ais)?**

A primeira vantagem é que não existe necessidade de instalação de nenhuma infraestrutura no solo de apoio à navegação aérea para este tipo de procedimentos. Só este, digamos um “não” requisito, que implica deixar de haver necessidade de manutenção e de voos periódicos de verificação a ajudas rádio, com os ganhos que daí resultam através da poupança.

Em termos de segurança operacional este tipo de procedimentos reduz em muito a carga de trabalho dentro do cockpit que, aliado à possibilidade de disponibilizar navegação lateral e vertical, reduz também a possibilidade de CFIT.

Em termos económicos, a possibilidade de se estabelecer rotas mais curtas e diretas reduz o número de milhas voadas, que possibilitam uma poupança de combustível com o conseqüente impacto positivo para o ambiente.

**Q6 – Existe algum requisito operacional ao nível nacional ou internacional no sentido da manutenção da rede de ajudas-rádio dos tipos VORTAC, VOR/DME, VOR ou NDB?**

De momento e enquanto decorrerem os trabalhos para o estabelecimento do Plano Estratégico Nacional para a Implementação do PBN, não faz sentido falar-se ainda em racionalização de ajudas convencionais de suporte à navegação aérea.

No entanto, é possível estabelecer-se já pelo menos um pressuposto, que reside na necessidade de se manter um mínimo de VOR's para suportarem, em caso de necessidade de reversão, toda a estrutura de apoio aos procedimentos de aproximação. A questão da infraestrutura no solo de ajudas à navegação para rota, em caso de reversão, basear-se-á em DME/DME.

**Q7 – Existe algum requisito operacional ao nível nacional ou internacional no sentido da utilização de sistemas de aproximação de precisão do tipo ILS ou de outro tipo?**

Fala-se bastante do GBAS, mas no entanto existem poucas aeronaves certificadas na Europa para este tipo de apoio à aterragem de precisão.

Têm sido realizados testes, através de consórcios com a Airbus no âmbito do SESAR, mas ainda existe um longo caminho que necessariamente terá de ser percorrido, especialmente ao nível dos investimentos nas aeronaves que presentemente estão a voar. Na minha opinião e suportado pela posição da IATA, o importante são as aproximações RNAV (GNSS) e apenas com mínimos LNAV e LNAV/VNAV (guiamento vertical barométrico) porque já foi investido bastante pelos operadores para este tipo de aproximação e para a precisão, o ILS. Mais, a IATA, nos fora internacionais utiliza a seguinte expressão, “*refrain*” na publicação de aproximações suportada pelo EGNOS. Esta posição da IATA tem sido veiculada em todos os fora internacionais, sejam da ICAO ou do Eurocontrol.

A utilização do ILS, enquanto sistema de suporte a aproximações de precisão, não tem paralelo. É seguro e fiável. Por exemplo, a França não prevê a sua substituição, especialmente para as categorias II e III, nos próximos 30 anos.

A nível nacional não existe nenhum requisito, mas é de prever que a utilização do ILS em Portugal esteja segura para muitos anos.



**Anexo D – Guião da entrevista ao Chefe da Secção de Comunicações, Navegação e Vigilância Aeronáutica (SCNVA), da DCSI - CAP/ENGEL Luís T. Barroso Canilho (respostas por e-mail)**

**Q1 – Quais são as responsabilidades da SCNVA no que diz respeito às ajudas à navegação da FA?**

De acordo com o MCLFA 305-2 (funções do Adjunto para as Ajudas à Navegação):

- Administração dos sistemas de Navegação Aeronáutica e da sua Infraestrutura Tecnológica;
- Gerir o parque de sistemas da infraestrutura aeronáutica de Rádio Ajudas de apoio à navegação;
- Gerir e estudar/implementar projetos de modernização de sistemas;
- Promover a logística de manutenção;
- Verificação de Calibração dos sistemas de Rádio Ajudas de apoio à navegação;

**Q2 – Quais os montantes despendidos pela Força Aérea nos últimos 5 anos e qual o valor previsto para 2014, no que respeita a aquisição e manutenção de ajudas à navegação, por tipo de ajuda?**

Não foi adquirido nenhum sistema de Rádio Ajudas nos últimos cinco anos.

Custos de manutenção anual cerca de 50.000 a 60.000€/ano (total).

**Q3 – Quais os montantes despendidos pela Força Aérea nos últimos 5 anos e qual o valor previsto para 2014, no que respeita a *Flight Checks*?**

Em média cerca de 250.000€ / Ano.

**Q4 – Qual a sua opinião acerca da viabilidade da criação de procedimentos do tipo RNAV (GNSS) para os aeródromos da Força Aérea?**

Sendo a questão relativa a procedimentos, a opinião da DCSI como órgão técnico é relativa. A viabilidade depende da existência de aviónicos adequados e da revisão dos procedimentos existentes. O sistema baseia-se em Rádio-Ajudas já existentes na FAP, mas poderá implicar reformulação ou implementação de novos sistemas (aviónicos, estações terrestres para correção do sinal satélite, por exemplo).

**Q5 – Em sua opinião a implementação deste tipo de procedimentos tem alguma vantagem? Em caso afirmativo qual (ais)?**

Os benefícios são essencialmente operacionais, mas de acordo com o EUROCONTROL os procedimentos RNAV permitem, por exemplo, implementação de "*Continuous Descent Final Approach*".

**Q6 – Existe algum requisito de carácter técnico ou orientação ao nível nacional ou internacional no sentido da manutenção da rede de ajudas-rádio dos tipos TACAN, VORTAC, VOR/DME, VOR ou NDB?**

Não existem requisitos p/ manutenção ou orientações internacionais/nacionais. Existem as necessidades de sustentação de cada sistema (definido pelo fabricante) e um conjunto de acordos para a utilização de sistemas civis/militares. Nesse âmbito a CNVA elaborou um conjunto de Circulares Técnicas para a sustentação de alguns dos sistemas existentes. (Programa Integrado de Sustentação dos TACAN e NDB)

**Q7 – Existe algum requisito de carácter técnico ou orientação ao nível nacional ou internacional no sentido da utilização de sistemas de aproximação de precisão do tipo PAR ou ILS?**

Não.

**Q8 – Há algum documento orientador ao nível da Força Aérea que determine ou forneça orientações acerca da estratégia a seguir na área das ajudas-rádio?**

Existe. O "Plano Diretor de Infraestruturas Aeronáuticas da Força Aérea" é o documento orientador.

**Q9 – De que forma é efetuada a ligação entre a DCSI/SCNVA e outros órgãos da FA com responsabilidades nesta área, nomeadamente, a DEP, para coordenação acerca dos equipamentos de navegação das aeronaves?**

Em teoria, passa-se assim: "A ligação à DCSI/SCNVA DEP é feita por intermédio do Núcleo de Comunicações, Sensores e Navegação pertencente ao Departamento de Engenharia. Na DEP, este Núcleo é o responsável na parte de sistemas aviónicos pelo projeto de instalação e/ou modificação de equipamentos em aeronaves e acompanhamento de programas de modernização. É da competência deste Núcleo a definição de requisitos técnicos e proposta de solução técnica após a definição inicial de requisitos operacionais, que são elaborados pelas Divisões e Esquadras de Voo. Relativamente aos requisitos para sistemas aviónicos de navegação, estes devem ser definidos de acordo com os requisitos CNS-ATM, que existem nos locais onde a aeronave vai operar. Na prática, não existe qualquer coordenação entre a DEP e a DCSI. As coisas acontecem... e a DCSI é informada.

**Q10 – Relativamente à elaboração de procedimentos de navegação para os aeródromos, de que forma é efetuada a coordenação entre a DCSI/SCNVA e o CGTA (CA)?**

Esta coordenação poderá ser feita diretamente com o CA (através do CGTA) ou através do EMFA (DIVOPS).



**Anexo E – Entrevista ao Coordenador do Núcleo de Testes e Ensaios, da Direção de Engenharia e Programas (DEP) - CAP/ENGEL Daniel Coutinho (respostas por e-mail)**

**Q1 – Quais os sistemas de armas da Força Aérea com capacidade de navegação RNAV (GNSS) e qual a especificação de navegação para a qual estão certificados?**

Dependendo de qual dos grandes braços da capacidade *Area Navigation* considerados no manual PBN da ICAO (Doc 9613); com monitorização de performance (RNP – *Required Navigation Performance*) e sem monitorização de performance (RNAV); temos respostas distintas.

As aeronaves FALCON50, P-3C, C-295, C-130, F-16 e EH-101 estão equipados com sistemas aviónicos capazes de executar perfis de voo RNAV, ainda que com arquiteturas distintas de cálculo de solução de navegação. Todas, com exceção do FALCON 50, integram o sensor GNSS na solução de navegação. Relativamente à capacidade de utilização de rádio ajudas (DME/DME, VOR/DME) como fonte adicional de navegação para o cálculo de posicionamento, apenas o C-295 e o FALCON 50 a possuem.

Quanto à capacidade RNAV com monitorização (RNP) apenas o C-295 dispõe de soluções técnicas adequadas para o efeito.

No domínio da certificação das capacidades, têm de ser consideradas as componentes de aeronavegabilidade e de operação. Do ponto de vista da aeronavegabilidade, o fabricante do C-295 demonstrou que a aeronave cumpre com os requisitos B-RNAV e P-RNAV (respetivamente RNP 5 e RNP 1 de acordo com o Manual PBN da ICAO). Não tenho conhecimento de iniciativas no sentido de obter uma certificação operacional para os meios da FAP junto da entidade competente para o efeito que, até à criação da AAN (Autoridade Aeronáutica Nacional), seria o INAC.

**Q2 - Está a decorrer algum programa que inclua instalar equipamentos que permitam navegação RNAV (*retrofit*) nos sistemas de armas atuais?**

Não está a decorrer qualquer programa que inclua a dotação da capacidade RNAV em aeronaves da FA.

**Q3 – Existe algum requisito técnico ou orientação superior no sentido de proceder à instalação de equipamentos de navegação RNAV nos sistemas de armas atuais ou futuros da Força Aérea?**

Em resultado da coordenação entre os Estados membros da UE e a EUROCONTROL estão definidos um conjunto de requisitos CNS/ATM cujo cumprimento pelas aeronaves militares permite a sua integração transparente com o tráfego civil, ou seja, sem diferenciação de procedimentos ou restrições. Estes requisitos têm sido considerados como essenciais nos programas de aquisição e modernização das plataformas e inclusive como desencadeadores de programas de modernização, como foi o caso recente do FALCON 50 (instalação de TCAS, MODO S, CVR e FDR) e do C-130 (foi lançado concurso público internacional em 2012, sem respostas válidas da indústria). Deste conjunto de requisitos CNS/ATM, têm sido considerados como essenciais (entre outros) os requisitos RNAV 10, 5 e 1 e RNP 10, 1 e 0,3.

**Q4 – Considera importante ou necessário dotar os sistemas de armas da Força Aérea com a capacidade de navegação RNAV, tendo em conta o estado atual das técnicas de navegação aérea e a sua evolução previsível num futuro próximo?**

A adoção destas capacidades é fundamental dado que permitem uma integração transparente com o tráfego aéreo civil. Consegue-se dessa forma maior flexibilidade no planeamento das missões, e por outro lado reduzir o esforço e a antecipação necessária para coordenação de corredores aéreos especiais para aeronaves militares. Esta segregação é necessária sempre que as aeronaves militares não apresentem os níveis de performance de navegação adequados para garantir a separação requerida nos corredores aéreos usados pelas aeronaves civis.

**Q5 – De que forma é efetuada a ligação entre a Direção de Engenharia e Programas (DEP) e outros órgãos da Força Aérea com responsabilidades nesta área, nomeadamente com a Divisão de Operações e a DCSI/SCNVA, para coordenação acerca dos equipamentos de navegação das aeronaves?**

A DEP, como Direção Técnica, quando solicitada, tem contribuído para a manutenção e implementação de capacidades nas aeronaves, quer através da participação nos Grupos de Trabalho dos programas de aquisição e modernização, quer através da elaboração de estudos ou pareceres em resposta a solicitações de outros órgãos da FAP. Este contributo tem sido efetuado nas diversas fases de programas, incluindo na definição de requisitos, validação de soluções técnicas e na aceitação das mesmas.



**Anexo F – Entrevista ao Adjunto para o tráfego aéreo, da Divisão de Operações (DIVOPS) - MAJ/TOCARD Vítor Marques (respostas por e-mail)**

**Q1 – Qual a estratégia da Força Aérea relativamente a procedimentos por instrumentos para os seus aeródromos?**

A Força Aérea segue a atual linha de ação proposta pela NATO que preconiza a manutenção de uma rede de ajudas rádio militares do tipo TACAN, pelo menos até 2025, para garantir uma cobertura que permita a navegação em território nacional e efetuar as aproximações por instrumentos nos aeródromos militares. Esta decisão surge em resultado da alteração do paradigma da navegação aérea a nível da Europa promovida pelo projeto do Céu Único Europeu, que irá reduzir o número de ajudas à navegação, ditas convencionais, pelos prestadores de serviços de navegação aérea civis. Adicionalmente, esta medida permitirá não só colmatar as eventuais lacunas associadas à redução dos sistemas de ajudas à navegação pelas entidades civis, mas também reduzir o impacto de uma eventual falha dos sistemas de navegação por satélite, que se prevê venha a ser a base para os futuros sistemas de navegação aérea, quer civis, quer militares.

**Q2 – Existe alguma orientação estratégica ao nível externo, nomeadamente da NATO para esta área?**

Resposta conforme ponto 1.

**Q3 – A Força Aérea coordena de alguma forma a sua atuação nesta área com outras entidades nacionais ou internacionais?**

A nível nacional foi recentemente reativado pelo INAC o grupo de trabalho do PENAR (Plano Nacional de Ajudas Rádio), que em função das alterações entretanto ocorridas em termos técnicos desde a sua criação em 2008 se passou a denominar PENIND (Plano Estratégico Nacional de Ajudas-Rádio e da Navegação de Desempenho (PBN)). Neste grupo irão ser desenvolvidas as ações de coordenação entre as entidades civis e militares para o estabelecimento uma rede de apoio à navegação aérea ao nível nacional.

Em termos internacionais, a Força Aérea coordena as suas ações com as entidades civis e militares espanholas no âmbito do Bloco Funcional – Sudoeste (SW FAB), com os parceiros da NATO, no âmbito do *NATO Air Traffic Management Committee* (NATMC), e com os parceiros Eurocontrol, através do *Military ATM Board* e do *Military Harmonisation ATM Group*.

**Q4 – Qual a sua opinião acerca da viabilidade de criação de procedimentos do tipo RNAV (GNSS) para os aeródromos da Força Aérea?**

As aproximações RNAV (GNSS) serão um complemento essencial para o incremento da capacidade de apoio às operações de tráfego aéreo no futuro, sobretudo em função da disponibilidade de cobertura de sinal que se prevê alcançar com os sistemas Egnos e Galileo. Contudo, o potencial que as mesmas apresentam só poderá ser capitalizado pelos meios da Defesa Nacional se os sistemas de armas estiverem capacitados (certificados) com os sistemas requeridos para a execução dos referidos procedimentos.

**Q5 – Em sua opinião a implementação deste tipo de procedimentos tem alguma vantagem? Em caso afirmativo qual (ais)?**

As aproximações RNAV (GNSS) permitem uma flexibilidade de implementação de procedimentos muito superior às permitidas pelas ajudas rádio convencionais, e até um determinado nível, poderão ser desenvolvidas sem investimento em equipamentos no solo.

Contudo, estas vantagens poderão ser de difícil rentabilização operacional se as frotas não estiverem devidamente equipadas, sobretudo quando considerando a eventual implementação de aproximações de precisão que exijam o estabelecimento de equipamentos complementares no solo (i.e. GBAS).

**Q6 – Existe algum requisito operacional ao nível nacional ou internacional no sentido da manutenção da rede de ajudas-rádio dos tipos TACAN, VORTAC, VOR/DME, VOR ou NDB?**

Conforme pergunta 1.

**Q7 – Existe algum requisito operacional ao nível nacional ou internacional no sentido da utilização de sistemas de aproximação de precisão do tipo PAR, ILS ou outro?**

A Força Aérea, no âmbito do NATMC, tem participado na discussão e desenvolvimento do conceito GPALS (GNSS based Precision Approach landing System) da NATO. Assim, é exetável que o padrão da NATO, ainda em vigor, que estabelece o PAR como a ajuda rádio de precisão para os aeródromos militares, venha a ser substituído por um sistema baseado em informação de satélite.

**Q8 – Há algum documento orientador ao nível da Força Aérea que determine ou forneça orientações acerca da estratégia a seguir na área das ajudas-rádio?**

A estratégia de ajudas rádio da Força Aérea consta do plano diretor de infraestruturas aeronáuticas, datado de 2009 e que está previsto ser atualizado durante o ano de 2015.



## Anexo G – Glossário

**ABAS** – sistema que incrementa e/ou integra a informação obtida de outros elementos GNSS com informação disponível a bordo da aeronave (ICAO Anexo 10). RAIM é uma forma de ABAS (ICAO, 2012, p. 4).

**Aproximação com guiamento vertical (APV)** – procedimento de aproximação por instrumentos com navegação baseada no desempenho projetado para operações de aproximação por instrumentos 3D do tipo A (ICAO, 2008, pp. 1.1-5).

**Aproximação de não-precisão (NPA)** – procedimento de aproximação por instrumentos projetado para operações de aproximação por instrumentos 2D do tipo A (ICAO, 2008, pp. 1.1-5).

**Aproximação de precisão (PA)** – aproximação de precisão (PA) - procedimento de aproximação por instrumentos baseado em sistemas de navegação (ILS, MLS, GLS e SBAS CAT I) projetado para operações de aproximação por instrumentos 3D do tipo A ou B (ICAO, 2008, pp. 1.1-5).

**APV Baro-VNAV** – RNP APCH voada até mínimos LNAV/VNAV (ICAO, 2012, p. 4).

**APV SBAS** - RNP APCH voada até mínimos LPV (ICAO, 2012, p. 4).

**Baro-VNAV** – navegação barométrica vertical é um sistema de navegação que apresenta ao piloto guiamento vertical computado com referência a um ângulo de ladeira vertical (VPA) nominal de 3°. O guiamento vertical gerado por computador baseia-se em altitude barométrica sendo especificada em termos de um VPA a partir do RDH (*Reference Datum Height*) (ICAO, 2012, p. 4).

**CFIT (Controlled Flight into Terrain)** – CFIT ocorre quando uma aeronave em boas condições técnicas sob o controlo efetivo do piloto, voa inadvertidamente em direção ao terreno, água ou um obstáculo. Os pilotos geralmente não têm consciência do perigo até ser tarde demais (SKYbrary, 2014).

**CDFA (Continuous Descent Final Approach)** – técnica usada para voar o segmento de aproximação final de uma NPA em descida contínua. A técnica é consistente com procedimentos de aproximação estabilizados não tendo nivelamentos de altitude. A CDFA começa a partir de uma altitude/altura no ou acima do fixo de aproximação final (FAF) e prossegue até uma altitude/altura de aproximadamente 50 pés (15m) acima da soleira da pista de aterragem (ICAO, 2012, p. 4).

**Decision Altitude (DA) or Decision Height (DH) (Altitude de Decisão ou Altura de Decisão)** – altitude ou altura especificada numa operação de aproximação por instrumentos 3D (tridimensional) à qual um procedimento de aproximação falhada deve ser iniciado caso a referência visual requerida para continuar a aproximação não tenha sido obtida. A altitude de Decisão (DA) é estabelecida com referência ao nível médio das águas do mar e a Altura de Decisão (DH) é estabelecida com referência à soleira da pista (ICAO, 2008, pp. 1.1-3).



**EGNOS** – sistema europeu de incremento baseado em satélite (ICAO, 2012, p. 4).

**ESSP** – operador do EGNOS e fornecedor de serviços de navegação certificado de acordo com os regulamentos do Céu Único Europeu na qualidade de ANSP (ICAO, 2012, p. 4).

**FMS (Flight Management System)** – sistema de bordo de propósitos múltiplos usado para navegação, monitorizar a performance e como computador de operação da aeronave, destinado a fornecer dados e harmonia operacional entre diversos elementos associados ao voo (SKYbrary, 2011).

**GALILEO** – sistema europeu de navegação global por satélite que fornece um serviço de posicionamento de alta precisão a nível global, sob controlo civil. É interoperável com os GPS e GLONASS, respetivamente o sistema americano e o sistema russo de navegação global por satélite (ESA, 2014).

**GBAS** – um sistema de incremento do sinal através do qual o utilizador recebe informação incrementada diretamente a partir de um transmissor baseado em terra (ICAO, 2014, pp. I-1-1-4). Sistema que incrementa localmente, ao nível do aeroporto, o sinal da constelação GNSS primária de referência, fornecendo níveis de serviço elevados que suportam as operações de todas as fases de aproximação, aterragem, saída e de superfície (ESA, 2014).

**GBAS landing system (GLS)** - utilizado para operações de aproximação e aterragem através de GNSS, incrementado por um sistema baseado em terra (GBAS), enquanto referência primária de navegação (ICAO, 2014, pp. I-1-1-4).

**GNSS Básico (Basic GNSS)** – refere-se à constelação de satélites incrementada por ABAS. O termo “Recetor GNSS básico” designa os aviónicos GNSS que cumprem pelo menos os requisitos para um recetor GPS como previsto no Anexo 10, Volume I, e as especificações do RTCA/DO-208 ou EUROCAE ED-72A, como emendadas pela TSO-C129A da FAA ou pela ETSO-C129A da EASA (ou equivalente) (ICAO, 2012, p. 4).

**GPS NPA** – uma RNP APCH voada até mínimos LNAV. O termo é também usado na classificação ICAO das aproximações (ICAO, 2012, p. 5).

**LNAV, LNAV/VNAV, LPV, LP** – são diferentes níveis de serviço de aproximação usados para distinguir os diversos tipos de mínimos publicados numa carta RNAV (GNSS). O tipo de mínimos a usar depende das capacidades da aeronave e certificação (ICAO, 2012, p. 5).

**Operações de aproximação por instrumentos** – aproximações e aterragens com uso de instrumentos de navegação para guiamento baseadas em procedimentos de aproximação por instrumentos. Existem dois métodos para executar as operações de aproximação por instrumentos:

- a) operações de aproximação por instrumentos 2D (bidimensionais), usando apenas guiamento lateral para navegação; e
- b) operações de aproximação por instrumentos 3D (tridimensionais), usando ambos os guimentos lateral e vertical para navegação.

Nota – O guiamento lateral e vertical pode ser fornecido por:

- a) Ajuda rádio baseada em terra; ou



- b) Dados de navegação gerados por computador a partir de estações baseadas em terra, no espaço ou autónomas ou uma combinação destas (ICAO, 2008, pp. 1.1-4).

**Performance de navegação requerida (RNP)** – declaração da performance de navegação necessária para a operação num determinado espaço aéreo (ICAO, 2014, pp. I-1-1-8).

**Performance do sistema de navegação por satélite** – a performance de um sistema de navegação por satélite é avaliada de acordo com os seguintes critérios:

- Integridade (*integrity*) – capacidade do sistema fornecer limites de confiança assim como alarmes no caso de ocorrerem anomalias nos dados de posicionamento;
- Disponibilidade (*availability*) – percentagem de tempo na qual o sinal cumpre os requisitos de precisão, integridade e continuidade;
- Precisão (*accuracy*) – diferença entre a posição medida e a posição real, velocidade ou tempo do recetor;
- Continuidade (*continuity*) – capacidade do sistema de navegação funcionar sem interrupção (GSA, 2015).

**Procedimentos convencionais** – procedimentos por instrumentos baseados em navegação convencional que são específicos para determinado sensor (ICAO, 2014, p. (xx)).

**Procedimento de aproximação LP** – quando não é possível cumprir com os requisitos de uma APV, devido a obstáculos ou deficiências no guiamento vertical do sinal SBAS, pode ser publicada uma aproximação baseada na performance do guiamento lateral do SBAS. O procedimento de aproximação LP é um procedimento de não-precisão, com guiamento lateral angular equivalente ao de uma aproximação *localizer* (ICAO, 2012, p. 5).

**RNAV** – método de navegação que permite a operação da aeronave em qualquer trajetória de voo dentro da cobertura das ajudas à navegação referenciadas, ou dentro dos limites da capacidade de ajudas próprias, ou uma combinação destas (ICAO, 2014, pp. I-1-1-1).

**RNP APCH** – terminologia usada no manual PBN da ICAO para descrever os quatro tipos de aproximação (NPA, SBAS-based NPA, APV Baro-VNAV e APV SBAS) publicados nas cartas com o título RNAV (GNSS) (ICAO, 2012, p. 5).

**RWY (Runway)** – Pista.

**SBAS** – nome genérico de um sistema baseado em satélites geoestacionários e estações em terra usado para incrementar o sinal da constelação GNSS de referência. O EGNOS é o SBAS europeu, a versão americana é o WAAS e existem outros sistemas em diferentes regiões do mundo como o GAGAN na Índia e o MSAS no Japão (ICAO, 2012, p. 6).

**Waypoint** – localização geográfica específica usada para definir uma rota de navegação de área ou a trajetória de voo de uma aeronave utilizando navegação de área. Os *waypoints* são identificados como:

- *Fly-by waypoint* - *waypoint* que requiere antecipação da volta de forma a permitir uma interceção tangencial ao próximo segmento de uma rota ou procedimento; ou
- *Flyover waypoint* - *waypoint* no qual é iniciada uma volta de forma a prosseguir no próximo segmento da rota ou procedimento (ICAO, 2014, pp. I-1-1-10).



### Anexo H – Requisitos de performance do *SoL Service* (ICAO)

Typical operation	Accuracy		Integrity				Continuity	Availability
	Horizontal Accuracy 95%	Vertical Accuracy 95%	Integrity	Time-To-Alert (TTA)	Horizontal Alert Limit (HAL)	Vertical Alert Limit (VAL)		
Initial approach, Intermediate approach, Non-precision approach (NPA), Departure	220 m (720 ft)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-7}/h$	10 s	556 m (0.3 NM)	N/A	$1 - 1 \times 10^{-4}/h$ to $1 - 1 \times 10^{-8}/h$	0.99 to 0.99999
Approach operations with vertical guidance (APV-I)	16.0 m (52 ft)	20 m (66 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ in any approach	10 s	40 m (130 ft)	50 m (164 ft)	$1 - 8 \times 10^{-6}$ per 15 s	0.99 to 0.99999

### Valores de performance do EGNOS *SoL Service*

Performance	Accuracy		Integrity		Continuity	Availability
	Horizontal Accuracy 95%	Vertical Accuracy 95%	Integrity	Time-To-Alert (TTA)		
Performance	3 m	4 m	$1 - 2 \times 10^{-7}$ / approach	Less than 6 seconds	For NPA: $< 1 - 2.5 \times 10^{-4}$ per hour in most of ECAC $< 1 - 2.5 \times 10^{-3}$ per hour in other areas of ECAC For APV-I: $< 1 - 1 \times 10^{-4}$ per 15 seconds in the core ECAC $1 - 5 \times 10^{-4}$ per 15 seconds in most ECAC $1 - 1 \times 10^{-3}$ per 15 seconds in other areas of ECAC	0.999 for NPA in all the ECAC 0.99 for APV-I in most ECAC
APV-I requirement	16.0 m (52 ft)	20 m (66 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ in any approach	10 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ per 15 s	0.99 to 0.99999
Comment	Accuracy values at given locations are available at: <a href="http://egnos-user-support.essp-sas.eu/">http://egnos-user-support.essp-sas.eu/</a>	N/A				

Fonte: GSA



## Anexo I – Curso de Procedimentos RNAV da ENAC

<b>Gestion du Trafic Aérien</b> Conception de procédures	
<p>réf. <b>IPD3-E</b> Code OACI 155 ENAC - CAPOP</p> <p><b>COURSE DURATION</b> 15 days</p> <p><b>NUMBER OF PARTICIPANTS</b> 14</p> <p><b>WHEN AND WHERE</b> ENAC Toulouse / Course in English : • September 30 to October 18 2013 ENAC Toulouse / Course in French : • November 18 to December 6 2013</p> <p><b>Course in english</b></p> <p><b>PARTICIPATION CONDITIONS</b> Course fee : 5192 €</p> <p>Practical information : See at the end of this catalog</p> <p><b>FURTHER INFORMATION AND REGISTRATION</b> Eric PFEIFFER +33 (0)5 62 17 43 43</p> <p>Mandatory registration form : See at the end of this catalog</p>	<h3 style="text-align: center;">Instrument Procedure Design Course for performance based navigation applications</h3> <hr/> <p><b>objectives</b></p> <p>This course can be considered as the second step of a thorough training to design any IFR trajectory for refreshment purposes or improvement of current practice. In this course, regulations and practical materials, in order to perform the design and the computation of RNAV PBN (Performance Based Manual) operations : Arrival, Approach including NPA and APV (Approach with vertical guidance) operations, SID), are presented.</p> <p><b>participants</b></p> <p>People involved in procedure design or with serious background in procedure design.</p> <p><b>requirements</b></p> <p>Attendance of first and second module (IPD1-E and IPD2-E) is preferable.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• advanced knowledge in non RNAV SID, STAR and NPA procedures as well as ILS procedures. (reference PANS-OPS volume II part I and part II).</li><li>• easy communication in English</li></ul> <hr/> <p><b>topics covered include</b></p> <p><b>PBN concept</b> Focus : The course deals with :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• PBN Concept (Navigation Application)</li><li>• RNAV general criteria</li><li>• Procedure construction (GNSS and DME-DME)</li><li>• Vertical Guidance (APV criteria) Baro VNAV SBAS</li><li>• Coding</li></ul> <p><b>Theoretical lectures</b> Presentation and explanation of the rules and principles described in Doc8168-OPS/611.</p> <p><b>Laboratory exercises</b> Elementary use of the regulation concepts in a simplified environment, conducted to enforce the theoretical input.</p> <p>Exercices are scheduled on a daily basis, following each lecture.</p> <p><b>Project</b> Consists in the design SID and STAR, RN-PAPCH NPA and APV baroVNAV procedures. This on-the-job project is conducted in teams. It is based on actual airports environment to simulate the real job conditions. The project also includes the design of drafts of SID and STAR charts and Instrument Approach Charts, and the drawing up of technical report and coding instructions.</p> <p><b>Assessment</b> Progress tests are proposed all along the course. The mastery test is based on the project. Trainees will produce a full report of the procedures designed during the project, including chart and coding.</p>
<p><b>COURSE DIRECTOR(S)</b> Sébastien BARRAU [PANS OPS ENAC] Denis CABRIERES [PANS OPS ENAC] Hervé PRADINES [PANS OPS ENAC]</p>	
<p><a href="http://www.enac.fr">www.enac.fr</a></p>	<p>ENAC : <a href="mailto:formationcontinue@enac.fr">formationcontinue@enac.fr</a></p>