



**Tecnologias de Vanguarda aplicadas para promover  
segurança e otimização do Tráfego Aéreo  
com a implantação do CNS/ATM  
[Na visão do Oficial Especialista em Comunicações]**

ADJAILSON de Sousa Araújo<sup>1</sup>  
Alexandre LUSTOSA Garcia<sup>2</sup>  
Waldery de Lima GUEDES<sup>3</sup>

Ten Esp Com EDUARDO Gomes de Souza\*

**RESUMO**

A Tecnologia de vanguarda CNS/ATM é o propósito fundamental do presente trabalho. Nele são apresentadas informações que visam contribuir para uma melhor compreensão deste assunto, o qual traz consigo uma mudança não só de conceitos, mas também uma quebra de paradigmas que representam um salto qualitativo para a aviação. Procura-se enfatizar os aspectos tecnológicos envolvidos, trazendo uma visão futurística àqueles que implantarão e serão responsáveis por manter todo o aparato de equipamentos e sistemas demandados pelo CNS/ATM. Este texto não se dedica a abordagens operacionais [Oficial QOECTA], ainda que, em alguns momentos, se faça necessário passar por aspectos de natureza operacional com intuito de melhorar a explanação dos tópicos.

**Palavras-chave:** tráfego aéreo, tecnologia de vanguarda, CNS/ATM.

1 - CFOE COM. Serviu na Seção de Instrumentos do PAMA-RF e na Divisão de Ensaios em Voo do CTA-SJ. Graduado em Licenciatura Plena em FÍSICA pela FACAP (Faculdade de Ciências Aplicadas de São José dos Campos-SP).

2 - CFOE COM. Serviu no DPV-MN (atual DTCEA-MN), como Mantenedor de Auxílios à Navegação Aérea e no CINDACTA I, como Mantenedor de Equipamento de Comunicações. Graduado em Administração de Empresas pela UNB (Universidade de Brasília).

3 - CFOE COM. Serviu no GEIV como Operador de Sistema de Inspeção em Voo (OSIV) e Bancada de Calibragem de Equipamentos de Precisão. Graduado em Tecnologia de Telecomunicações-Ênfase Sist. sem Fio, pelo CEFET-RJ e Graduado em Licenciatura em Eletrônica pela FABES (Faculdade Béthencout da Silva/RJ).

\* Leitor Técnico; serviu no DECEA, na DCNS-ATM, e participa do processo de implementação do CNS/ATM no Brasil; Instrutor do CFOE-COM e de CFOE-CTA.



# Tecnologias de Vanguarda aplicadas para promover segurança e otimização do Tráfego Aéreo com a implantação do CNS/ATM.

[Na visão do Oficial Especialista em Comunicações]

## 1 - CNS/ATM

No começo da década de 1980, a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) reconheceu que as limitações dos sistemas atuais de navegação aérea estavam crescendo de maneira significativa e que seria necessário introduzir melhorias para sustentar a aviação civil do século XXI. Em 1983, foi instituído um comitê especial, denominado Sistemas Futuros de Navegação Aérea (FANS), ao qual foi confiada a tarefa de estudar, identificar, analisar e avaliar novos conceitos e novas técnicas sobre o assunto, além de apresentar recomendações para o desenvolvimento progressivo e coordenado da navegação aérea para os próximos 25 (vinte e cinco) anos.

O primeiro Comitê FANS executou sua tarefa em 1988, elaborando a concepção de sistemas de Comunicações, Navegação e Vigilância (CNS), baseada, principalmente, em satélites, destinados a suportar e a propiciar a implementação de novos conceitos, abrangendo a Gerência do Tráfego Aéreo (ATM). Pode-se concluir que tal projeto tem uma envergadura e uma amplitude consideráveis, já que o tema CNS/ATM envolve todos os setores da aviação tanto no aspecto operacional quanto no técnico.

De acordo com o PLANO NACIONAL DE IMPLEMENTAÇÃO DOS SISTEMAS CNS/ATM (PCA 63-1 / 31 DEZ 2002)<sup>1</sup> e o PROGRAMA DE TRANSIÇÃO (AGO/2003), há uma evidente necessidade de preparação de pessoal qualificado, a fim de proporcionar a implantação dos novos conceitos, bem como facilitar a assimilação das novas tecnologias envolvidas.

Muitas mudanças tecnológicas já se encontram em fases diversas, desde aquelas já implantadas, como aquelas que ainda não foram definidas. Como exemplo, podemos citar os tipos de protocolos a serem utilizados para a comunicação de dados.

Para o Oficial Especialista em Comunicações, essa implantação se trata de uma oportunidade ímpar, pois a sua efetiva participação pode, e deve, ser relevante em face do caráter tecnológico do CNS/ATM. Esse profissional já participa de forma ativa de diversas áreas tecnológicas do SISCEAB, as quais sofrerão modificações significativas com a implantação do CNS/ATM (RADAR, comunicações voz e dados, auxílios à Navegação Aérea, Inspeção em Vão à Bordo de Aeronaves Laboratório-GEIV).

<sup>1</sup> Apesar do nome PLANO NACIONAL DE IMPLEMENTAÇÃO DOS SISTEMAS CNS/ATM (PCA 63-1), vale salientar que não se trata de um SISTEMA, mas de um CONCEITO.



Dessa forma, fica clara a necessidade de participação desse Especialista como elemento de atuação efetiva

- 1) nos estudos relativos às viabilidades tecnológicas;
- 2) no treinamento de pessoal técnico; e
- 3) como disseminador da nova mentalidade que se faz necessária, frente à nova demanda decorrente da implantação do conceito CNS/ATM.

## 2 - Fundamentos do CNS/ATM

O principal propósito do CNS/ATM é melhorar, de forma significativa, o Gerenciamento do Tráfego Aéreo. Para que tal objetivo seja alcançado, faz-se necessário tornar tangível todo o aparato envolvido no propósito de consolidar o efeito final desejado. Daí, surge uma pergunta : quais ferramentas são necessárias para que isso se torne real ?

A sigla CNS/ATM apresenta os Elementos Essenciais: C- Comunicação; N- Navegação; S- Vigilância. Ou seja, só se atinge o resultado final se esses três elementos forem submetidos a aperfeiçoamentos que se traduzam num melhor funcionamento.

Para que tais objetivos sejam alcançados, é primordial que se conheça o quadro atual de cada um deles (C, N, S), estudando viabilidades para se definir o

melhor caminho de aprimoramento.

### 2.1 - Comunicações (C)

Atualmente, o volume de informações de voz é o mais comum, tanto nas comunicações ar-terra, como terra-terra.

As comunicações com aeronaves, em futuro próximo, serão estabelecidas, regularmente, por meio de ligações de dados, o que permitirá uma conexão mais direta, eficiente e rápida entre os sistemas em terra e a bordo.

No conceito CNS/ATM, a transmissão de voz continuará a ser feita, inicialmente, através dos canais em VHF (Frequência Muito Alta) existentes; numa segunda fase, no entanto, esses mesmos canais VHF serão utilizados, progressivamente, também para transmitir informações digitalizadas; e, posteriormente, com o objetivo de se atingir uma cobertura em nível mundial, os meios satelitais serão também utilizados para as comunicações de dados e de voz. Complementarmente, será feito, também, o uso da transmissão de dados através de canais de Alta Frequência (HF). O Radar Secundário de Vigilância (SSR), nos seus modos de operação "A", "B", "C" e "S", é usado para a vigilância de espaço aéreo, mormente em áreas de alta densidade de movimentos aéreos; em função de sua capacidade de transmitir informações digitalizadas, por meio do modo "S", também será igualmente utilizado nas comunicações



com aeronaves, proporcionando enlaces terra/avião.

Todos esses meios compõem sub-redes de comunicações aeronáuticas, fixas e móveis, do tipo: terra-terra, ar-terra e ar-ar, e constituirão a Rede de Telecomunicações Aeronáuticas (ATN). As transferências de dados serão apoiadas por quatro tipos de sub-redes: HF DL, VHF DL, Modo "S" do radar secundário e SMAS.

Os processos digitalizados, para fins de ATM, têm por objetivo principal solucionar os problemas de congestionamento de frequências nas comunicações terra-avião, possibilitando adequar a estrutura do espaço aéreo à demanda do tráfego, sem o adensamento das comunicações, hoje existente. Dessa forma, busca-se desenvolver soluções nos sistemas de comunicações:

#### **a) VHF**

Será permitida a continuidade do uso das comunicações orais em VHF (Faixa Aeronáutica 118,000 a 136,000MHz), hoje extensivamente utilizadas para fins de ATS e de AOC, dentro de suas características e canalizadas em 25 KHz, até o ano de 2010. No entanto, é previsível que a utilização das comunicações de dados em VHF reduza a necessidade de comunicações orais e proporcione uma melhor utilização dessa banda de frequências, em função, principalmente, da característica de maior velocidade.

#### **b) UHF**

As comunicações orais e digitais em UHF continuarão sendo destinadas à aplicação militar e deverão fazer parte de um plano de frequências específico.

#### **c) HF**

As comunicações em HF permanecerão em uso para enlaces além da linha de horizonte e para comunicações em áreas polares, podendo exigir que aeronaves que pretendam voar em rotas sobre os pólos, Norte e Sul, estejam devidamente equipadas para tal. As comunicações em HF permanecerão sendo, também, utilizadas para as comunicações militares.

#### **d) Modo "S" do Radar Secundário**

O Modo "S" do radar secundário proporcionará comunicações digitais em alta velocidade e deverá ser compatível com os padrões estabelecidos para a ATN. As comunicações digitais, através Modo "S" do radar secundário, serão utilizadas em áreas terminais e em outras de grande intensidade de tráfego.

#### **e) Serviço Móvel Aeronáutico por Satélite (SMAS)**

O SMAS atenderá às comunicações do ATC, AOC, AAC e APC nas suas devidas prioridades. As comunicações serão processadas de forma digital, face às suas características de velocidade e de disponibilidade, além do menor custo em



relação à forma oral. Serão utilizadas nas áreas oceânicas e continentais remotas, desprovidas de cobertura em VHF. Um estudo específico deverá ser realizado para definir a forma mais adequada e oportuna de aplicação do SMAS para o SISCEAB, quer através de meios próprios, quer por meio de parceria com outros países e/ou organizações internacionais.

## 2.2 - Navegação (N)

Atualmente há um uso permanente de Auxílios à Navegação Aérea/Aproximação instalados em terra, tipo VOR, NDB, ILS, RADAR, PAR (uso militar), etc. O uso do GPS para navegação já é uma realidade na aviação.

O conceito RNP (Performance Requerida de Navegação) deverá ser aplicado no espaço aéreo sob a responsabilidade do Brasil e em áreas adjacentes, como especificado pela OACI. Genericamente, o conceito RNP é a capacidade a que o sistema de navegação de uma aeronave deve atender, de forma que, com elevado índice de probabilidade, durante todo o tempo necessário para voar uma determinada rota, não ocorra um desvio superior a um valor, pré-estabelecido, designado em milhas náuticas. Assim, para que uma aeronave seja autorizada a operar em um espaço aéreo ou em uma rota classificada como RNP 10, deverá possuir um sistema de navegação que a mantenha, em pelo menos 95% do tempo de seu voo, não desviada do eixo da trajetória desse voo de um valor não superior a dez milhas

náuticas.

Esse processo de legislação dispensa a OACI da necessidade de especificar um sistema entre os possíveis competidores no mercado internacional. Cabe à OACI, tão-somente, estabelecer a performance que esses equipamentos devem atingir; os países signatários devem, portanto, utilizar tecnologias capazes de atingir os requisitos operacionais exigidos.

Considerando-se que as aeronaves modernas já estão sendo dotadas de equipamentos de nova tecnologia, destinados a permitir a navegação de área (RNAV), faz-se necessário que um estudo específico seja realizado, para definir as regiões e as rotas de prioridade para a aplicação do conceito RNP.

### Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS)

O GNSS terá aplicação em todo o espaço aéreo sob responsabilidade do Brasil, sendo particularmente útil nas áreas oceânicas, amazônica e outras não satisfatoriamente providas de auxílios à navegação aérea (a partir da implantação SBAS), devendo resultar na desativação gradual de NDB, VOR e VOR/DME, a partir de um planejamento específico. Há também o GBAS que deve substituir o ILS.

Expectativas bem fundamentadas asseguram que o GNSS proverá o suporte à navegação aérea, com precisão, disponibilidade, continuidade e integridade dos sinais emitidos pelos satélites, e



possibilitará que, no futuro, ele possa vir a ser o único meio de navegação em rota, em áreas terminais e em aproximações de não-precisão, podendo, num estágio mais avançado, atingir parâmetros de desempenho que permitam aproximações de precisão, em seus três níveis: categoria I, II e III.

A implementação integral do GNSS permitirá que as aeronaves equipadas com as mesmas "aviônicas", capazes de processar os sinais emitidos pelos satélites, possam voar em todos os tipos de espaços aéreos, em qualquer parte do globo, possibilitando aos países Estados-membros da OACI, a opção de substituir parte de sua infra-estrutura de navegação aérea atual, baseada em terra, por uma outra, baseada em satélites.

Atualmente as aeronaves do GEIV já dispõem de um Sistema de Inspeção em Voo Automático (AFIS) que utiliza um GPS Diferencial portátil (DGPS) que serve de parâmetro comparativo para inspeções de auxílios convencionais, proporcionando precisões excelentes de avaliação.

É também reconhecida a deficiência do altímetro barométrico a grandes altitudes, onde futuras aeronaves deverão operar. Sendo assim, o GNSS poderá prover as informações requeridas para a determinação da altitude barométrica. Estudos devem ser conduzidos para se definir a aplicação dessa funcionalidade no SISCEAB (altitude/procedimentos de aproximação).

## 2.3 - Vigilância (S)

### a) Vigilância Dependente Automática (ADS)

A introdução de enlaces de dados ar-terra, em conjunto com sistemas de navegação de bordo de alta precisão, deverá proporcionar a provisão dos serviços de vigilância em áreas desatendidas por tais serviços, particularmente nas áreas oceânica e amazônica. Sendo uma funcionalidade para uso do ATS, a aeronave transmitirá, automaticamente, através de enlaces de dados, as informações de posição extraídas dos equipamentos de navegação de bordo, informações essas que, depois de processadas, poderão ser visualizadas pelos órgãos ATC automatizados, como um alvo-radar. Essa mesma funcionalidade poderá, com características específicas, ser aplicada, também, em áreas de grande intensidade de tráfego, associadas ao emprego de radares.

Estudos específicos deverão ser conduzidos para definir prioridade e aplicação desse sistema, assim como o tipo mais adequado de enlace de dados (VHF, HF, Modo "S" de radar secundário ou satélite) a ser utilizado em cada situação.

O conceito de Vigilância Dependente Automática (ADS), adotado pela OACI, estabelece que a aeronave transmita, contínua e automaticamente, sua posição e outros dados relevantes, tais como: manobras que pretende realizar, velocidade, condições meteorológicas, etc.,



através de satélites ou por outros meios de comunicações (transmissão de dados em VHF, transmissão de dados em HF ou modo "S" do "transponder"), para um ou mais órgãos que prestam os Serviços de Tráfego Aéreo. Os dados transmitidos, uma vez processados, geram um alvo e apresentam a posição da aeronave em imagem "video", à semelhança do que é feito atualmente com um alvo originário de um radar. Esse conhecimento da posição das aeronaves, contínua e permanentemente, permite a navegação otimizada e a utilização racional de todo o espaço aéreo considerado, de modo similar ao serviço de controle de tráfego aéreo positivo, que é prestado no espaço aéreo onde é exercida a vigilância com a utilização do radar.

A aplicação dos processos de ADS permitirá a introdução de importantes melhorias ao ATM. Os modos tradicionais dos transponders - alfa, bravo e charlie - continuarão a ser utilizados e serão complementados com a introdução gradual do modo "S" em áreas terminais, assim como em espaços aéreos continentais, onde ocorra alta densidade de tráfego. Aos processos de ADS será incorporada a possibilidade de transmissão entre aeronaves, através de radiodifusão (ADS-B). Isso permitirá que as aeronaves informem, periodicamente, em tempo real, e dentro do alcance de suas transmissões, suas posições também para as outras, além do que é feito para os órgãos de controle, permitindo uma visualização corrente do tráfego aéreo, o que melhorará, sensivelmente, o nível e o estado de alerta e

proporcionará um significativo incremento na segurança das operações.

#### b) Radar Secundário

O Modo "A"/"C" do radar secundário, em uso no Brasil, deverá permanecer em operação nas rotas e nas TMAs de maior movimento. A evolução para o Modo "S" do radar secundário deverá ser feita de acordo com as necessidades operacionais e técnicas, priorizando as TMAs de intenso movimento de tráfego aéreo.

#### c) Radar Primário

Embora seja esperado que a utilização conjunta do radar secundário com o ADS possa dispensar o uso do radar primário, ao final do período de transição, isso não acontecerá no Brasil, face aos critérios de segurança, para atender às situações de emergência ocasionadas por falhas no sistema de bordo das aeronaves e à doutrina de emprego integrado civil/militar. O radar primário deverá, prioritariamente, ser utilizado em áreas de interesse da Defesa Aeroespacial, em TMA com aeródromos militares ou de uso compartilhado (como parte do GCA), em áreas de treinamento e em designados espaços aéreos condicionados.

### 3 - Conclusão

Face à amplitude e à envergadura do CNS/ATM, muitas mudanças tecnológicas já se encontram em fases diversas, desde aquelas já implantadas, como aquelas que ainda não foram definidas.



Com absoluta certeza, a participação do Oficial Especialista em Comunicações em todo o processo termina sendo imperioso para o sucesso de tais mudanças e implementações, passando pela proposta de tecnologias, tipos de protocolos, equipamentos que atendam aos padrões exigidos, formação de pessoal técnico-especializado, bem como a garantia da continuidade na prestação dos serviços através de um gerenciamento pró-ativo de manutenção, de forma ininterrupta.

Há de levar-se em consideração o impacto de tais mudanças em todos os níveis de envolvimento com a aviação. Não se trata apenas de aprofundamento tecnológico, mas, sobretudo, de uma estratégica permuta na forma de lidar com a aviação, uma vez que, *a priori*, podem ser percebidos os seguintes fatores:

a) passa-se do conceito de simples "papo-rádio" para envio de informações em altas taxas de transmissão, com inúmeros dados em tempo real: SUB-REDES HF/DL, VHF/DL, modo S, SMAS);

b) pode-se mencionar a independência da aeronave para navegar/pousar, não mais utilizando equipamentos de auxílio a navegação aérea (VOR/DME, NDB, ILS, etc), mas orientada por informações precisas de satélites: SBAS/GBAS;

c) não haverá mais uma constante preocupação com aeronaves fora do "alcance radar", pois todas serão continuamente monitoradas em locais (rotas oceânicas) totalmente isolados com representação numa tela similar à do RADAR:ADS

Todos esses processos exigirão um profissional com perfil adequado; logo, pode-se vislumbrar a urgência na preparação de pessoal técnico que possa atender à demanda surgida desde o presente momento (2001-2003: implantação), passando pela fase em que o sistema já estará funcionando parcialmente (2004-2011: compartilhado com o convencional), até o momento de plena operação (2012).

## Anexo

### Lista de Abreviaturas

**AAC** - Comunicações Aeronáuticas Administrativas

**ADS** - Vigilância Dependente Automática

**AFIS** - Sistema Automático de Inspeção em Voo

**AOC** - Controle Operacional Aeronáutico

**APC** - Comunicações Aeronáuticas de Passageiros

**ATC** - Controle de Tráfego Aéreo



**ATM** - Gerenciamento de Tráfego Aéreo

**ATN** - Rede de Telecomunicações Aeronáuticas

**ATS** - Serviço de Tráfego Aéreo

**CNS** - Comunicações, Navegação e Vigilância

**CNS/ATM** - Comunicações, Navegação e Vigilância/ Gerenciamento de Tráfego Aéreo

**DGPS** - Sistema Diferencial de Posicionamento Global

**FANS** - Comitê Especial sobre Sistemas Futuros de Navegação Aérea

**GBAS** - Sistema de Melhoria de Desempenho Baseado em Terra

**GCA** - Controle de Aproximação do Solo

**GEIV** - Grupo Especial de Inspeção em Voo

**GNSS** - Sistema Global de Navegação por Satélite

**GPS** - Sistema de Posicionamento Global

**HF** - Alta Frequência

**HFDL** - Comunicações de dados por HF

**ILS** - Sistema de Pouso por Instrumentos

**KHz** - Kilohertz

**MHz** - Megahertz

**NDB** - Radiofarol não-Direcional

**OACI** - Organização da Aviação Civil Internacional

**PAR** - Precision Approach Radar

**RADAR** - Radio Detecting and Ranging

**RNAV** - Navegação de Área

**RNP** - Performance Requerida de Navegação

**SBAS** - Sistema de Melhoria de Desempenho Baseado em Satélite

**SBAS/GBAS** - Sistema de Melhoria de Desempenho Baseado em Satélite / Sistema de Melhoria de Desempenho Baseado em Terra

**SISCEAB** - Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro

**SMA** - Serviço Móvel Aeronáutico

**SMAS** - Serviço Móvel Aeronáutico por Satélite

**SSR** - Radar Secundário de Vigilância

**TMA** - Área de Controle Terminal

**UHF** - Frequência Ultra-Alta

**VHF** - Frequência Muito Alta

**VHFDL** - Comunicações de Dados por VHF

**VOR** - Radiofarol Omnidirecional Operado em VHF



## Bibliografia

COMAER. PCA 63-1 Plano Nacional de Implementação dos Sistemas CNS/ATM, 31 dez 2002.

DECEA. Programa de Transição do SISCEAB para os Sistemas CNS/ATM, ago 2003.

EDUARDO, Gomes de Souza. Serviço de Telecomunicações Aeronáuticas - Redes Atuais - CFOE CTA, 10 março 2004. ms.

EDUARDO, Gomes de Souza. Serviço de Telecomunicações Aeronáuticas - Sistema de Telecomunicações Aeronáuticas - CFOE CTA, 10 março 2004. ms.