

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE GESTÃO E NEGÓCIOS
CURSO DE CIÊNCIAS AERONÁUTICAS

O SISTEMA CNS/ATM NO BRASIL

GOIÂNIA
2021

LEANDRO BIUCA PIRES MARTINS

O SISTEMA CNS/ATM NO BRASIL

Artigo apresentado para o curso de graduação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, para a obtenção de grau de bacharel no curso de Ciências Aeronáuticas.

Professora Orientadora: Dra. Anna Paula Bechepeche

GOIÂNIA
2021

LEANDRO BIUCA PIRES MARTINS

O SISTEMA CNS/ATM NO BRASIL

GOIÂNIA – GO, ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA:

Dra. Anna Paula Bechepeche _____ CAER/PUC _____.
ASSINATURA NOTA

Esp. Paulo Garcez Ferreira Leão _____ CAER/PUC _____.
ASSINATURA NOTA

Esp. Andreluiz da Silva Fernandes _____ CAER/PUC _____.
ASSINATURA NOTA

Dedico este trabalho aos meus pais e à minha esposa, que me apoiaram na minha escolha e contribuíram para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me sustentando até o presente momento, dando-me condições necessárias para que a minha formação profissional fosse possível. Agradeço também aos meus professores que contribuíram diretamente e indiretamente para minha formação profissional e pessoal e, principalmente a minha orientadora, que contribuiu imensamente para a realização deste trabalho, compartilhando seu conhecimento e se empenhando integralmente para o desenvolvimento.

O SISTEMA CNS/ATM NO BRASIL

Leandro Biuca Pires Martins¹

Anna Paula Bechepeche²

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo geral demonstrar com detalhes a implantação e utilização do sistema CNS/ATM, apontando sua importância para a aviação, assim como, a importância do conhecimento por completo por parte dos pilotos que dependem ou pretendem utilizar dessa nova tecnologia empregada à aviação. De maneira específica pesquisar e apontar em quais pontos a interação com o sistema CNS/ATM é importante para os usuários; explicar o sistema para maior clareza; e por fim definir os principais métodos que compõe o sistema. A pesquisa teve como problema “: Se tratando de uma nova tecnologia que ainda está sendo implantada, como fazer com que este conceito CNS/ATM tenha suas particularidades mais claras e ao mesmo tempo fique mais seguro? Em quais pontos a implantação do CNS/ATM é importante e eficiente para a aviação?” A metodologia aplicada foi a pesquisa bibliográfica de cunho qualitativo e descritivo. É geralmente aceito que essas novas tecnologias irão otimizar a estrutura de rotas em todo o mundo. Os resultados mostraram que os planejadores ficarão menos confinados à localização dos auxiliares de solo e trilhos mais diretos serão usados, permitindo economia substancial de combustível. Conclui-se que as estruturas de rota rígidas serão gradualmente eliminadas ou redesenhadas em várias interseções críticas. Essa flexibilidade tem o potencial de aliviar o congestionamento em áreas de tráfego de densidade muito alta.

Palavras-chave: CNS/ATM; Sistema Tecnológico; Interação.

ABSTRACT

The general objective of this article is to demonstrate in detail the implementation and use of the CNS / ATM system, pointing out its importance for aviation, as well as the importance of complete knowledge on the part of pilots who depend on or intend to use this new technology used to aviation. Specifically, research and point out at which points the interaction with the CNS / ATM system is important for users; explain the system for clarity; and finally to define the main methods that make up the system. The research had as a problem “: If it is a new technology that is still being implemented, how to make this CNS / ATM concept have its particularities more clear and at the same time be more secure? At what points is the implementation of the CNS / ATM important and efficient for aviation? ” The methodology applied was a qualitative and descriptive bibliographic research. It is generally accepted that these new technologies will optimize the structure of routes around the world. The results showed that planners will be less confined to the location of ground assistants and more direct tracks will be used, allowing for substantial fuel savings. It is concluded that rigid route

¹ Aluno Graduando de Ciências Aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, e-mail:

² Possui graduação em Física pela Universidade Federal de Goiás(1988), mestrado em Física pela Universidade de São Paulo(1991) e doutorado em Química pela Universidade Federal de São Carlos(1996). Atualmente é Professor efetivo da Pontifícia Universidade Católica de Goiás e Professor efetivo da Universidade Estadual de Goiás. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física da Matéria Condensada. Atuando principalmente nos seguintes temas:Método de Rietveld. Professora do curso de Ciências Aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, e-mail:

structures will be gradually eliminated or redesigned at several critical intersections. This flexibility has the potential to relieve congestion in areas of very high density traffic.

Keywords: CNS / ATM; Technological System; Interaction.

INTRODUÇÃO

A pesquisa versa sobre o Sistema CNS/ATM, sua implantação e colaboração para a segurança operacional da aviação no Brasil. O novo conceito proporciona otimização do espaço aéreo, com tecnologias e ferramentas para solucionar problemas como congestionamento de tráfego aéreo, atrasos de voo, falha de comunicação entre piloto e controladores em áreas remotas, congestionamento na fonia, rotas mais curtas gerando economias, melhorando os procedimentos, tornando a aviação mais eficiente e segura.

A pesquisa visa responder aos seguintes problemas: Se tratando de uma nova tecnologia que ainda está sendo implantada, como fazer com que este conceito CNS/ATM tenha suas particularidades mais claras e ao mesmo tempo fique mais seguro? Em quais pontos a implantação do CNS/ATM é importante e eficiente para a aviação?

Como hipótese supõe-se que para fazer com que o Sistema CNS/ATM fique mais claro e ao mesmo tempo seguro, devemos pesquisar, analisar sites e documentos que a internet nos proporciona, sempre preocupando com a veracidade e confiabilidade deste recurso para que obtenhamos verdadeiras informações.

Os benefícios do sistema são: a criação de um padrão em procedimentos, aumento da capacidade de aeronaves em operação simultaneamente, melhora na comunicação, reduzir o impacto ambiental, reduzindo também o custo operacional e aumentar muitas vezes a segurança.

A pesquisa se justifica, pois o CNS³/ATM, também conhecido como modernização do Controle do Espaço Aéreo, vem tomando conta do cenário atual da aviação a cada ano que passa, sendo importante levar os detalhes, novidades e funcionamento para o conhecimento dos aviadores que utilizam e dependem desse sistema. Com o aumento do movimento e operações simultâneas nos grandes aeroportos, fica indispensável à utilização

³ É o conceito adotado desde 1991 para o novo sistema de comunicações, navegação, vigilância e gerenciamento do tráfego aéreo. É apoiado em tecnologias digitais, sistemas de base terrestre e satelital e avançados níveis de automação, requeridos para proporcionar uma gestão de tráfego aéreo mundialmente eficaz, segura e harmonizada. O sistema CNS/ATM faz uso das tecnologias mais recentes e permite aumentar a segurança e a capacidade do sistema de transporte aéreo (ANAC, s/d).

dos sistemas que acompanham este novo conceito e que prepara o Controle de Tráfego Aéreo para receber um fluxo bem mais intenso.

Assim, tem como objetivo geral demonstrar com detalhes a implantação e utilização do sistema CNS/ATM, apontando sua importância para a aviação, assim como, a importância do conhecimento por completo por parte dos pilotos que dependem ou pretendem utilizar dessa nova tecnologia empregada à aviação. De maneira específica pesquisar e apontar em quais pontos a interação com o sistema CNS/ATM é importante para os usuários; explicar o sistema para maior clareza; e por fim definir os principais métodos que compõe o sistema.

A metodologia utilizada nesse trabalho é básica, pois trata de um estudo com o intuito de levar conhecimentos úteis para pilotos que utilizam o voo por instrumento, assim utilizando o sistema CNS/ATM como meio de navegação.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa será descritiva, realizando um levantamento de sua implantação, desenvolvimento e os procedimentos utilizados na atualidade, de uma forma ordenada e atualizada para levar aos leitores um claro entendimento e principalmente facilitando a execução de tais procedimentos. O procedimento utilizado é a Pesquisa Bibliográfica, pois será a partir de livros e pesquisas com assuntos relacionados, documentos publicados pela FAB, cartas aeronáuticas publicadas pelo DECEA, sites oficiais como o da ANAC, entre outros, sempre optando por materiais que tenha confiabilidade e clareza.

O trabalho está dividido em introdução, na primeira seção descreve-se os sistemas convencionais de comunicação, navegação e vigilância; na segunda seção o CNS/ATM e por fim seguem as considerações finais e referências bibliográficas.

1 SISTEMAS CONVENCIONAIS DE COMUNICAÇÃO, NAVEGAÇÃO E VIGILÂNCIA

Com o término da Primeira Guerra Mundial, houve um aumento contínuo do tráfego aéreo no mundo, devido à própria evolução tecnológica e econômica, surgindo a necessidade de um transporte aéreo mais seguro por maiores distâncias em qualquer período do dia ou da noite, independentemente dos fatores climáticos (GOUVEIA, 2007). Segundo o DECEA “A visualização contínua das aeronaves viabiliza à ferramenta a utilização racional

de todo o espaço aéreo considerado, de modo similar ao serviço provido por um radar. Há, no entanto, duas diferenças determinantes: uma é o custo muito inferior; outra é a capacidade de abrangência muito maior” (BRASIL, 2011).

1.1 Comunicação

O sistema convencional de comunicação entre as aeronaves e o sistema de controle era fundamentado apenas em canais de voz largamente utilizados até os dias de hoje, utilizando o rádio, inventado no século XIX. Os rádios utilizam as frequências VHF e HF e dependem de uma rede de transmissores para garantir a linha de visada das transmissões (BIANCHINI, 2014).

Gouveia (2020) comenta que a ICAO estabeleceu que a comunicação via rádio deveria de ser substituída, de forma gradual, por mensagens transmitidas digitalmente por enlace de dados entre as aeronaves e os órgãos de controle. A tecnologia data link, ou enlace de dados, viria a substituir o rádio VHF analógicos, conforme pode se observar na Figura 1 (BRAGA, 2017).

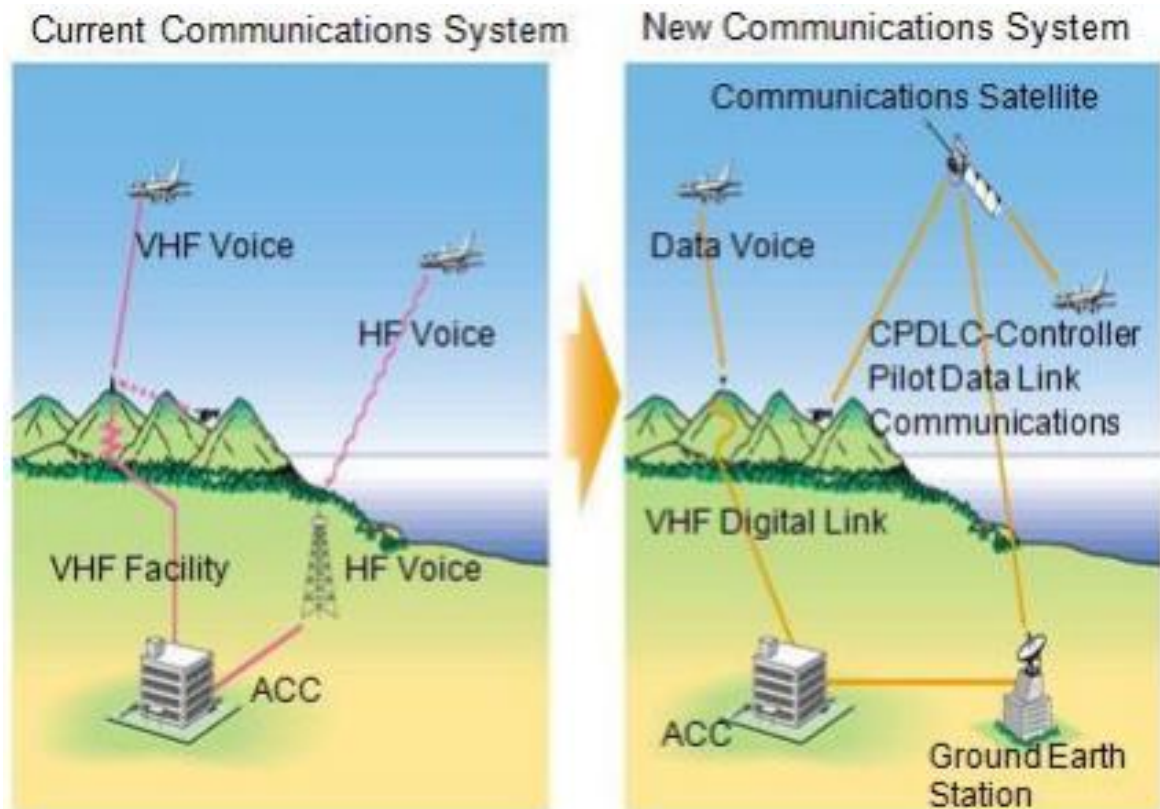


Figura 1: Updated Communication (Gouveia, 2020, p. 20).

1.2 VHF

As frequências VHF (*Very High Frequency*), propiciam uma comunicação limpa, sem interferências e de fácil compreensão, mas, de contrapartida limitada à sua difusão, exigindo um grande número de antenas por todo o território. Seu funcionamento ocorre com a transmissão do sinal para a antena mais próxima, retransmitindo para outras antenas até chegar ao receptor (BIANCHINI, 2014).

1.2.1 HF

As frequências HF (*High Frequency*), alcançam distâncias inúmeras vezes maiores do que as VHF, chegando a cruzar continentes e oceanos, portanto, não possui um canal com a mesma qualidade de recepção e transmissão como o já citado VHF. No HF, pode haver interferências e as alterações atmosféricas costumam causar algumas dificuldades nas transmissões, prejudicando a clareza dos seus sinais. O funcionamento dispensa retransmissores em terra, utilizando a camada ionosférica para propagar os sinais para distâncias continentais até alcançar o receptor (BIANCHINI, 2014).

1.3 Navegação

Os voos com maiores distâncias, em qualquer período do dia ou da noite em condições adversas, fizeram com que surgissem auxílios à navegação para possibilitar voos sem referências visuais com o solo. A navegação aérea convencional se resume em transmissores instalados na superfície terrestre e receptores instalados a bordo das aeronaves. Os principais auxílios utilizados são o NDB, VOR/DME e o ILS (BIANCHINI, 2014).

1.3.1 NDB

O NDB ou *Non-Directional Beacon*, é uma estação de rádio que emite ondas eletromagnéticas não direcionais na faixa de 190 a 1.750 KHz. O ADF (*Automatic Direction finder*), é o instrumento que a aeronave precisa dispor a bordo para captar ondas de rádio selecionadas, mostrando então a direção da estação para o piloto. É um método de navegação de não-precisão, por emitir ondas não direcionais. O NDB pode sofrer distorções das

informações devido a condições meteorológicas adversas, mostrando valores angulares direcionais diferentes (BIANCHINI, 2014).

1.3.2 VOR/DME

Desenvolvido na década de 1940, criado para substituir o NDB, o VOR (*Very High-Frequency Omnidirecional Range*) é o auxílio mais utilizado entre os convencionais e tem como vantagens maior precisão, eliminação dos efeitos noturnos e a redução da suscetibilidade às interferências elétricas e atmosféricas (SIQUEIRA, 2005).

Junto com a antena VOR, pode ser instalado o DME (*Distance Measuring Equipment*), equipamento capaz de medir a distância entre a aeronave e a estação do auxílio, deixando então o voo mais preciso e ao mesmo tempo mais seguro, permitindo a execução de procedimentos mais diretos e encurtados, sendo possível voar ao redor da estação à uma distância constante até interceptar a aproximação final, tornando desnecessário o bloqueio do auxílio ao executar o procedimento de aproximação (BIANCHINI, 2014).

1.3.3 ILS

O ILS (*Instrument Landing System*) é um sistema de aproximação por instrumentos de precisão que orienta a aeronave que está na aproximação final para pouso em uma determinada pista. Ele consiste em três sistemas distintos, o LOC (*Localizer*) que mostra a orientação lateral em relação à pista, o GS (*Glide Slope*) que mostra o ângulo de descida ou orientação vertical e o MK (*Marker Beacon*) que indica a distância entre a aeronave e a pista através de marcadores sonoros (DECEA, 2011).

Dividido em 3 categorias, o ILS permite ao piloto realizar aproximações com visibilidade muito restrita chegando à ZERO de teto e Zero de visibilidade quando nos referimos ao ILS CAT III C. Suas categorias são:

CAT I: Altura de decisão (mínima): 60 m / Visibilidade: Entre 800 e 550 m;

CAT II: Altura de decisão (mínima): 30 m / Visibilidade: Maior que 300 m;

CAT III:

A: Altura de decisão (mínima): 30 m / Visibilidade: 175 m;

B: Altura de decisão (mínima): 15 m / Visibilidade: 175 m;

C: Teto ZERO / Visibilidade ZERO.

1.4 Vigilância

Para que os controladores possam organizar e controlar efetivamente o espaço aéreo, eles dependem de sistemas que mostram com precisão a posição das aeronaves para estimar os seus posicionamentos futuros. Esses dados recebidos são indispensáveis para um serviço de controle do espaço aéreo seguro (FAB, 2011).

Apesar dos custos de aquisição, instalação e manutenção muito elevados e também, da deficiência que se encontra da sua utilização nos oceanos, os radares são responsáveis pelo revolucionamento do transporte aéreo, sendo utilizados intensamente após o fim da Segunda Guerra Mundial até nos dias de hoje, tornando-os indispensáveis para a Defesa Aérea e para o controle de tráfego aéreo (FAB, 2011). No sistema convencional, classificamos a vigilância aérea em três módulos:

1- Vigilância Independente Não Cooperativa: Caso do radar primário, ocorre quando o órgão de controle consegue obter o posicionamento da aeronave sem o consentimento da mesma, porém, não se consegue informações detalhadas como a identificação ou altitude precisa desta aeronave.

2- Vigilância Independente Cooperativa: Caso do radar secundário, onde a posição da aeronave é determinada a partir das informações transmitidas por ela mesma, também são repassadas informações adicionais como a identificação e a altitude barométrica.

3- Vigilância Dependente Cooperativa: A posição da aeronave é determinada pelo subsistema a bordo da própria aeronave e transmitida para o subsistema em terra via rádio ou satélite, com consentimento da mesma. São repassadas informações e dados mais completos a respeito da aeronave e da evolução do voo. Tradicionalmente os procedimentos utilizados para vigilância aérea usam os meios dependentes de vigilância, baseando-se em radares primários, secundários e também nas informações reportadas pelos pilotos (FAB, 2011).

2 CNS/ATM

Com um crescimento surpreendente no movimento e no fluxo do tráfego aéreo, previsto logo em 1983, quando a Organização Internacional de Aviação Civil (OACI) observou que todo o sistema de navegação aérea entraria em colapso, não atendendo a demanda que tinha por vir, criando então um comitê, chamado “Sistemas Futuros de

Navegação Aéreas” (FANS – *Future Air Navigation System*), criado para estudar, avaliar e implantar novas tecnologias que pudessem ser agregadas para gerar novas soluções e atender a demanda da navegação aérea (DECEA, 2011).

Em 1991, nasceu um conceito para atender as necessidades da aviação, denominado de CNS/ATM, sigla que vem das atividades enfocadas pelo novo padrão: Comunicação Aeronáutica (letra C), Navegação Aérea (letra N), Vigilância Aérea (letra S de *Surveillance*) e Gerenciamento de Tráfego Aéreo (representada pela sigla ATM: *Air Traffic Management*). Oficializado pela OACI na 10ª Conferência de Navegação Aérea. Pode-se traduzir como revolução do espaço aéreo, trazendo tecnologia satelital, comunicação digital e uma gestão estratégica das operações, otimizando todo o sistema de controle do espaço aéreo (DECEA, 2011).

O principal objetivo de um sistema ATM integrado é permitir que os operadores de aeronaves cumpram os horários planejados de partida e chegada e cumpram os perfis de voo preferidos com restrições mínimas e sem comprometer a segurança. Portanto, embora um sistema ATM global integrado tenha surgido da necessidade de atender à demanda crescente, o efeito final serão operações aprimoradas e eficiência, principalmente por meio de menos queima de combustível para um determinado nível de demanda (DECEA, 2011).

De acordo com Gouveia (2007, p. 4):

O sistema é chamado de CNS-ATM, referência em inglês a seus elementos constitutivos: Comunicação (C), Navegação (N), Vigilância (S) e Gerenciamento de Tráfego Aéreo (ATM). Quando estiver totalmente implantado, o CNS-ATM deverá integrar a tecnologia de satélites e os elementos dos sistemas de alcance óticos, instalados em terra. De acordo com o presidente da comissão CNS/ATM, brigadeiro-do-ar Álvaro Pequeno, para que haja integração dos sistemas ATM, será necessária a harmonização de padrões e de procedimentos. Essa harmonização somente será obtida com a aplicação plena das novas tecnologias dos sistemas "C", "N" e "S". Assim, os operadores de aeronaves deverão realizar seus vôos, intra e inter-regiões, de acordo com as melhores rotas e em seus perfis mais adequados, dinamicamente ajustados para a melhor relação custo/benefício.

Os sistemas ATM serão, portanto, desenvolvidos e organizados para superar as deficiências discutidas neste capítulo e para acomodar o crescimento futuro para oferecer o melhor serviço possível a todos os usuários do espaço aéreo e para fornecer benefícios econômicos adequados à comunidade da aviação civil, com a devida consideração pelas preocupações ambientais (ICAO, 2012).

Segundo Chujo (2007):

O conceito CNS/ATM envolve um complexo conjunto de tecnologias dependente em grande parte de satélites, incluindo a tecnologia GNSS⁴ (Global Navigation Satellite System). O projeto envolve a cooperação de todos os setores da comunidade da aviação para acomodar as futuras necessidades do transporte aéreo internacional e evitar deficiências, tais como atrasos, congestionamento de tráfego, cobertura de área não-continental e comunicações por voz (CHUJO, 2007, p.23).

O CNS / ATM foi definido como um sistema que emprega tecnologias digitais, incluindo sistemas de satélite juntamente com vários níveis de automação, aplicados em apoio a um sistema de gerenciamento de tráfego aéreo global integrado. Os principais elementos dos sistemas CNS/ATM são descritos em detalhes no Plano Global de Navegação Aérea da ICAO para Sistemas CNS/ATM (BRASIL, 2011). Os sistemas CNS/ATM usarão canais de comunicação de muito alta frequência (VHF) e alta frequência (HF) para transmitir dados digitais entre aeronaves e entre aeronaves e estações terrestres. Dados de satélite e comunicações de voz com cobertura global também estão sendo introduzidos. As melhorias na navegação incluem a introdução progressiva de recursos de navegação de área (RNAV⁵) com base em um sistema global de navegação por satélite (GNSS) (ICAO, 1998).

Para Gouveia (2020, p. 14) o “CNS/ATM é capaz de permitir uma melhor utilização do espaço aéreo, permitindo mais aeronaves voarem ao mesmo tempo, em espaço aéreo reduzido”, como podemos observar na imagem abaixo:

⁴ Segundo o DECEA (2009): A navegação GNSS é baseada em um contínuo conhecimento da posição espacial de cada satélite e proporciona precisão horizontal da ordem de 20 metros, com 95% de probabilidade (95 % do tempo) e 300 metros com 99,99% de probabilidade, sem a utilização de técnicas destinadas a melhorar a performance do sistema (BRASIL, 2009)

⁵ Segundo a ICAO (2008), RNAV é definido como: [...] "um método de navegação que permite a operação da aeronave em qualquer trajetória de vôo desejada dentro do cobertura de auxiliares de navegação referenciados em estações ou dentro dos limites da capacidade de auxiliares independentes ou combinação destes. " Isso remove a restrição imposta às rotas e procedimentos convencionais em que a aeronave deve sobrevoar os auxílios de navegação referenciados, permitindo flexibilidade e eficiência operacionais (ICAO, 2008, tradução nossa).



Figura 2: Otimização de rotas (Simões, 2020, p. 15).

Assim, Gouveia (2020, p. 15) comenta que a “A aviação ao utilizar os recursos e sistemas de décadas atrás, possuía uma demanda menor, pois não era possível uma grande quantidade de aeronaves, os atrasos e conflitos eram 15 vezes maiores, a segurança era menor do que a proporcionada atualmente, a fluidez era limitada, prejudicando os movimentos aéreos”. A indústria da aviação desempenha um papel importante na atividade econômica mundial e continua sendo um dos setores de crescimento mais rápido da economia mundial.

A necessidade de mudança no atual CNS / ATM deve-se a dois fatores principais: Devido às limitações inerentes ao sistema atual, ele não será capaz de fazer frente à crescente demanda do tráfego aéreo; e a necessidade de consistência global na prestação de serviços de tráfego aéreo (ATS) enquanto se progride em direção a um sistema CNS/ATM integrado. Para manter a vitalidade da Aviação Civil, deve-se assegurar que uma navegação aérea eficiente, protegida e ambientalmente sustentável esteja disponível em nível global, regional e nacional. Isso requer a implementação de um sistema CNS / ATM que permita o uso máximo de recursos aprimorados fornecidos por avanços técnicos (DECEA, 2011).

De acordo com Gouveia (2020, p. 18):

Para a Comunicação, em complemento às comunicações por voz, a tecnologia digital e os comandos por dados passam a ser utilizados; para a Navegação Aérea, estabelece o uso intensivo da navegação baseada em satélite (GNSS – Global

Navigation Satellite Systems), além da utilização do conceito de Navegação Baseada em Performance (PBN – Performance Based Navigation). Para a Vigilância, é adotada a utilização da Vigilância Dependente Automática (ADS – Automatic Dependent Surveillance).

CNS/ATM reúne comunicações por satélite e digitais, navegação baseada em desempenho (PBN) e transmissão automática de vigilância dependente (ADS-B). Essas tecnologias modernas estão suplantando o que poderia ser amplamente chamado de tecnologias legadas: rádio, auxiliares de navegação terrestres e radar. Sob o novo regime CNS / ATM, cada aspecto de como as aeronaves se comunicam, navegam e apresentam sua posição ao controle de tráfego aéreo será diferente e melhor (BRASIL, 2017).

Para Gouveia (2020, p. 27) o PBN oferece muitas vantagens sobre a utilização de um sensor específico, no que tange ao desenvolvimento dos critérios de espaço aéreo e da avaliação de obstáculo.

a) Reduz a necessidade manter rotas que utilizam um sensor específico e procedimentos e os seus custos associados, como por exemplo, a relocação de um simples VOR que pode impactar dezenas de procedimentos, assim como rotas, aproximações, aproximações perdidas e etc. Adicionando novos procedimentos com sensores específicos, aumenta-se conseqüentemente esses custos, não compatíveis com o rápido crescimento da demanda e da disponibilidade de novos sistemas de navegação.

b) Evita a necessidade do desenvolvimento de novos procedimentos operacionais para sensores específicos a cada nova evolução dos sistemas de navegação, que ocasionaria um custo proibitivo. A expansão dos serviços de navegação por satélite é esperada para contribuir para a diversidade dos sistemas RNAV em diferentes aeronaves. O equipamento básico original está evoluindo devido aos sistemas de aumentação SBAS, GBAS e GRAS, enquanto a introdução do GALILEO e a modernização do GLONASS futuramente melhorará a performance. O uso integrado do GNSS/Inercial está se expandindo;

c) Permite um uso mais eficiente do espaço aéreo (melhor alinhamento das rotas, eficiência no consumo de combustível, abatimento de ruído, avaliação de obstáculos mais flexível e etc.);

d) Esclarece a maneira em que os sistemas de RNAV são usados;

e) Facilita o processo operacional de aprovação para os operadores, fornecendo um campo limitado de especificações de navegação necessárias para uso global.

E embora muitas dessas tecnologias digitais não sejam novas - o GPS está sendo usado na aviação civil desde 1995, por exemplo, o que é novo é pensar neles como um

sistema integrado de gerenciamento de tráfego aéreo. A mudança dos sistemas CNS/ATM para a tecnologia moderna é uma resposta às mudanças, e não a causa das mudanças. A causa raiz é o crescimento do tráfego aéreo global e recursos finitos (GOUVEIA, 2007).

Desde a década de 1960, houve cerca de 5% a 7% de crescimento anual no tráfego aéreo. Mas o espaço aéreo é um recurso finito; a capacidade de qualquer volume do espaço aéreo é diretamente proporcional ao padrão de separação aplicado. Para lidar com os níveis atuais e projetados de tráfego aéreo, os padrões de separação precisam ser reduzidos. Ao mesmo tempo, as estruturas das rotas precisam ser revisadas para minimizar a distância voada e ser mais eficientes.

Por que CNS / ATM? O legado de navegação aérea, vigilância e tecnologias de comunicação nunca teve uma sigla. Eles não eram considerados um sistema integrado - eles simplesmente evoluíram para atender às necessidades de gerenciamento do espaço aéreo da aviação civil - até agora. As atuais tecnologias legadas baseadas em estados terrestres e nacionais estão se aproximando de seus limites - provavelmente não serão capazes de enfrentar os desafios do crescimento da aviação sem precedentes, nem de permitir a expansão segura e contínua do transporte aéreo nos próximos 20 anos.

De acordo com a International Air Transport Association (IATA), tantas pessoas viajarão de avião nos próximos 20 anos quanto voaram nos primeiros cem anos da aviação. Resumindo: vai ficar lotado lá em cima. E os sistemas baseados em solo, usando diferentes padrões e regulamentações região por região, não serão capazes de lidar com isso. CNS/ATM, usando a mesma tecnologia, mas o foco em padrões globais de desempenho, em vez de um específico de tecnologia, oferece a flexibilidade necessária para lidar com esse crescimento. A capacidade de localizar uma aeronave a poucos metros, em vez de milhas náuticas, é necessária para um voo seguro nos céus ocupados do futuro (GOUVEIA, 2007).

De acordo com dados de Gouveia (2020) a OACI elegeu a Comunicação, a Navegação e a Vigilância como pilares das transformações dentro do conceito de CNS-ATM, conforme modelo de rotas aéreas 3.

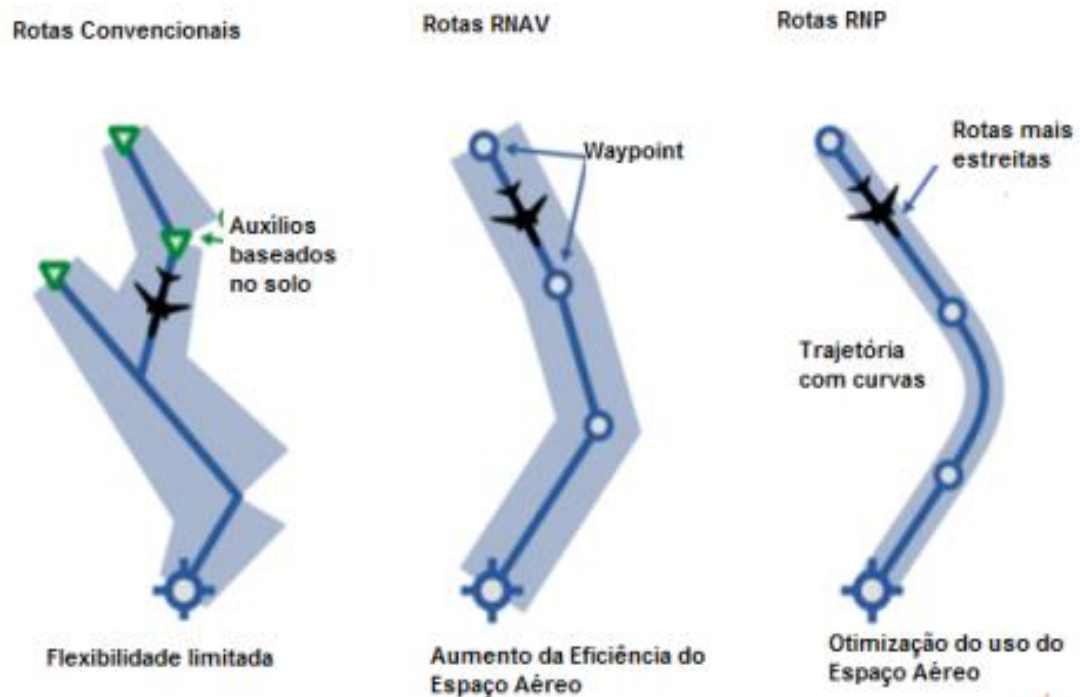


Figura 3: Modelo de Rotas Aéreas (Simões, 2020, p. 15).

A partir do CNS/ATM, os novos meios de navegação permitiam as aeronaves a voarem de um ponto a outro de forma direta, não sendo necessário o sobrevoos de auxílios em solo, proporcionando economia de combustível e um menor tempo de voo, como mostra a imagem acima (GOUVEIA, 2020).

2.1 Uma metodologia de avaliação de segurança aplicada ao sistema de controle de tráfego aéreo baseado em CNS / ATM

Nas últimas décadas, o sistema de tráfego aéreo vem mudando para se adaptar às novas demandas sociais, principalmente ao crescimento seguro da capacidade de tráfego mundial. Essas mudanças são pautadas pelo paradigma da Comunicação, Navegação, Vigilância / Gestão do Tráfego Aéreo (CNS / ATM), baseado nas tecnologias de comunicação digital (principalmente satélites) como forma de aprimorar os serviços de comunicação, vigilância, navegação e gestão do tráfego aéreo (BRAGA, 2017).

No entanto, o CNS/ATM apresenta novos desafios e necessidades, principalmente relacionados ao processo de avaliação de segurança. Diante desses novos desafios, e considerando as principais características do CNS/ATM, é proposta neste trabalho uma metodologia que combina métodos de avaliação de segurança “absoluta” e “relativa” adotados

pela Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO) no Doc da ICAO 0,9689, usando Redes de Petri Estocásticas de Fluidos (FSPN) como formalismo de modelagem, e compara as métricas de segurança estimadas a partir da simulação dos modelos propostos (em análise) e do sistema legado. Para demonstrar sua utilidade, a metodologia proposta foi aplicada ao sistema de controle de tráfego aéreo baseado em “Automatic Dependent Surveillance-Broadcasting” (ADS-B).

Como conclusões, a metodologia proposta garantiu a avaliação das propriedades de segurança do sistema CNS / ATM, em que o formalismo FSPN fornece importantes capacidades de modelagem e simulação de eventos discretos permitindo a estimativa da métrica de segurança desejada (GOUVEIA, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observado ao longo da pesquisa que a indústria da aviação desempenha um papel importante na atividade econômica mundial e continua sendo um dos setores de crescimento mais rápido da economia mundial. A necessidade de mudança no atual CNS/ATM deve-se a dois fatores principais: Devido às limitações inerentes ao sistema atual, ele não será capaz de fazer frente à crescente demanda do tráfego aéreo; e a necessidade de consistência global na prestação de serviços de tráfego aéreo (ATS) enquanto se progride em direção a um sistema CNS/ATM integrado.

A descrição, metas e objetivos de uma infraestrutura de navegação aérea global aprimorada emanam do conceito conhecido como sistemas de comunicação, navegação e vigilância / gerenciamento de tráfego aéreo (CNS / ATM). A CNS / ATM foi formalmente endossada pela comunidade mundial da aviação civil na Décima Conferência de Navegação Aérea em Montreal em 1991 (ICAO, 1991).

Concluída a pesquisa, podemos afirmar que o emprego desse sistema, mesmo demandando uma complexa instalação e operação, trará benefícios que tornam todo esse conceito viável não só no Brasil. Para manter a vitalidade da Aviação Civil, deve-se assegurar que uma navegação aérea eficiente, protegida, e ambientalmente sustentável esteja disponível em nível global, regional e nacional. Isso requer a implementação de um sistema CNS/ATM que permita o uso máximo de recursos aprimorados fornecidos por avanços técnicos.

REFERÊNCIAS

ANAC. **Sistema de comunicações, navegação e vigilância/gerenciamento do tráfego aéreo** (s/d) Disponível em: <https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_esp/tr3621.htm> Acesso em: 23 de abr. 2021.

BIANCHINI, Denis. **Navegação Aérea por Instrumentos**. São Paulo: Bianch, 2014.

BRAGA, A. L. **Guia Prático para Entender PBN-RNAV: navegação baseada em performance**. [s. L.]: Ebianch, 2017. 22 p. Disponível em: https://www.ebianch.com/wpcontent/uploads/2016/03/eBook_PBN.pdf. Acesso em: 18 mar. 2021.

BRASIL, Agência Nacional de Aviação Civil. **Instrução Suplementar nº 91-001, de 24 de maio de 2017**. E. Aprovação operacional de navegação baseada em desempenho (PBN). Brasília, DF, 24 de maio de 2017. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-91-001/@@>. Acesso em: 15 fev. 2021.

BRASIL. **Entenda o conceito CNS/ATM (Perguntas Frequentes), de 21 de setembro de 2011**. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/8543/#:~:text=O%20que%20significa%20a%20sigla%20CNS%2FATM%3F&text=Gerenciamento%>. Data do acesso: 07 mai. 2021.

CAMPELLO, M. O. **Automação de voo**. 2018. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Aeronáuticas, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2018.

DECEA. **AIC Circular de Informações Aeronáuticas, Plano de Desativação Gradual das Estações NDB**. Rio de Janeiro, 2020.

DECEA. **Conhecendo o CNS/ATM (2/4): Navegação Aérea**. (2011). Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=1OzsDc3hEwY&t=355s>> Acesso em: 23 de abr. 2021.

FAB. **Global Navigation Satellite System (GNSS)**. Disponível em: <<https://www2.fab.mil.br/incaer/index.php/encontro-incaer/2011>> Acesso em: 23 de abr. 2021.

GOUVEIA, F. Novo sistema de controle de voo para melhoria do tráfego aéreo. **Inovação Uniemp** [online]. 2007, vol.3, n.5, pp. 12-15. Disponível em: <http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S18082007000500008&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1808-2394.

ICAO. **9849: Global Navigation Satellite System (GNSS) Manual**. 2 ed. Montreal: Icao, 2012. 68 p. Disponível em: <<https://www.icao.int/Meetings/anconf12/Documents/Doc.%209849.pdf>>. Acesso em: 23 de abr. 2021.

ICAO. **Global Navigation Satellite System (GNSS) Manual**. International Civil Aviation Organization. Montreal, 2005. (Doc 9849 AN/457). Disponível em:

[https://www.icao.int/Meetings/PBN-Symposium/Documents/9849_cons_en\[1\].pdf](https://www.icao.int/Meetings/PBN-Symposium/Documents/9849_cons_en[1].pdf). Acesso em: 09 fev. 2020. ICAO. Performance-Based Navigation (PBN) Manual, Third Edition, Montreal, Quebec, 2008. (Doc 9613 NA/937). International Civil Aviation Organization. Disponível em: <https://www.icao.int/SAM/Documents/2009/SAMIG3/PBN%20Manual%20%20Doc%209613%20Final%.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

SIMÕES, V. J. T. D. **Novos sistemas de navegação aérea e seus benefícios: CNS/ATM.** Monografia apresentada ao Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel. (2020). Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/A/Tcc%20pdf%20VF.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2021.

SIQUEIRA, Cristiani de Araújo. **Navegação Aérea Segundo o Conceito CNS/ATM: Custos e Benefícios.** 2005. 146 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Infra-estrutura Aeronáutica, Área de Transporte Aéreo e Aeroportos, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, Sp, 2005. Disponível em: <http://www.bd.bibl.ita.br/tesesdigitais/000540911.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2021.