



UNISUL

**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
VICTOR JUNQUEIRA TOLEDO DELLOSSO SIMÕES**

NOVOS SISTEMAS DE NAVEGAÇÃO AÉREA E SEUS BENEFÍCIOS: CNS/ATM

Palhoça

2020

VICTOR JUNQUEIRA TOLEDO DELLOSSO SIMÕES

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.

Orientador: Prof. Marcos Fernando Severo de Oliveira, Esp.

Palhoça

2020

VICTOR JUNQUEIRA TOLEDO DELLOSSO SIMÕES

NOVOS SISTEMAS DE NAVEGAÇÃO AÉREA E SEUS BENEFÍCIOS: CNS/ATM

Esta monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovada em sua forma final pelo Curso de Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 25 de Junho de 2020

Orientador: Prof. Marcos Fernando Severo de Oliveira, Esp.

Avaliador: Prof. Jairo Afonso Henkes, M. Sc.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me ajudado a chegar aonde cheguei, aos meus pais Maria Cristina Junqueira de Toledo e Luiz Armando Delosso Simões, por todo apoio e aporte financeiro que me proporcionaram chegar até aqui. Além de toda minha família, por terem me dado amor e incentivo a continuar e seguir o sonho de um dia completar mais esta etapa em minha vida.

Não posso deixar de lembrar de todos os professores da Universidade que me ajudaram, e me transmitiram todos os conhecimentos e ensinamentos possíveis para me tornar capaz de chegar a esta importante etapa da minha graduação.

Não só os professores ao longo do curso, mas também um agradecimento ao meu professor orientador Marcos Fernando Severo de Oliveira, pelas orientações e ensinamentos.

“Não se espante com a altura do voo. Quanto mais alto, mais longe do perigo. Quanto mais você se eleva, mais tempo há de reconhecer uma pane. É quando se está próximo do solo que se deve desconfiar.” (SANTOS DUMONT, 1873 – 1932).

RESUMO

Com o passar dos anos, a aviação civil internacional vem sofrendo um elevado crescimento e desenvolvimento, devido à grande utilização desse meio transporte, que vem sendo procurado cada vez mais pelas pessoas ao redor do mundo. Com o surgimento e desenvolvimento de novas tecnologias, entendeu que seria necessário uma completa análise e avaliação dos procedimentos e sistemas em uso a fim de atender às demandas futuras da aviação. A Navegação Aérea convencional, por meio de auxílios rádio, vem sendo cada vez menos utilizada em todo o mundo, e um novo conceito de navegação aérea vem sendo implantado, e esse novo conceito proporciona um melhoramento da navegação aérea através das tecnologias CNS/ATM. Para essas novas tecnologias serem empregadas e utilizadas de maneira correta, é necessária uma transição, da navegação baseada em auxílios rádios, para a navegação baseada no conceito PBN-RNP (Navegação Baseada em Performance - Performance de Navegação Requerida), além da implementação do Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) como elemento básico de infra - estrutura de navegação. A análise e revisão dos dados obtidos ocorreu por intermédio de leitura criteriosa da literatura proposta e a interpretação dos dados e informações levantadas, possibilitando assim o entendimento e a compreensão do problema da pesquisa. Diante disso, é possível dizer que o Brasil, sendo um membro da ICAO, aos poucos está efetuando mudanças e melhorias em seus sistemas de navegação, afim de desenvolver ainda mais as operações aéreas não só nos maiores aeroportos, mas também para a aviação regional. O comitê FANS identificou e analisou as tecnologias que viriam a solucionar os problemas encontrados com a utilização dos métodos convencionais, proporcionando também uma maior segurança no espaço aéreo, além de aumentar sua capacidade de tráfego. Todo esse sistema se conecta, um serviço dependendo do outro para que toda a operação ocorra de forma conjunta, junto com investimentos dos órgãos em todas as áreas necessárias. Conhecer essa nova tecnologia e seus conceitos, além de seus benefícios, é justamente o objetivo principal deste trabalho, que foi embasado por pesquisa exploratória e explicativa, com procedimento bibliográfico e documental, além de abordagens qualitativa e quantitativa.

Palavras - chave: CNS/ATM. Navegação Aérea. Navegação Baseada em Performance.

ABSTRACT

Over the years, international civil aviation has undergone a high growth and development, due to the wide use of this means of transport, which is being sought more and more by people around the world. With the emergence and development of new technologies, it is understood that a complete analysis and evaluation of the procedures and systems in use would be necessary in order to meet future aviation demands. Conventional Air Navigation, through radio aids, is being used less and less throughout the world, and a new concept of air navigation is being implemented, and this new concept provides an improvement in air navigation through CNS / ATM technologies. For these new technologies to be employed and used correctly, a transition is needed, from navigation based on radio aids, to navigation based on the PBN-RNP concept (Performance Based Navigation - Required Navigation Performance), in addition to the implementation of the System Global Navigation Satellite (GNSS) as a basic element of navigation infrastructure. The analysis and review of the data obtained occurred through careful reading of the proposed literature and the interpretation of the data and information collected, thus enabling the understanding and understanding of the research problem. Therefore, it is possible to say that Brazil, being a member of the ICAO, is gradually making changes and improvements in its navigation systems, in order to further develop air operations not only at major airports, but also for regional aviation. The FANS committee identified and analyzed the technologies that would solve the problems encountered with the use of conventional methods, also providing greater security in the airspace, in addition to increasing its traffic capacity. This whole system is connected, one service depending on the other so that the entire operation can take place together, together with investments by the agencies in all necessary areas. To know this new technology and its concepts, in addition to their benefits, is precisely the main objective of this work, which was based on exploratory and explanatory research, with bibliographic and documentary procedures, in addition to qualitative and quantitative approaches.

Keywords: Air Navigation. CNS/ATM. Performance Based Navigation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Otimização de rotas	14
Figura 2 - Modelo de Rotas Aéreas	19
Figura 3 - Updated Communication	20
Figura 4 - Mensagem CPDLC	21
Figura 5 - Arquitetura GBAS	25
Figura 6 - Performance Based Navigation Concept	28
Figura 7 - Vantagens CNS/ATM	33
Quadro 1- Benefícios CNS/ATM	34

LISTA DE SIGLAS

ABAS	<i>Aircraft-Based Augmentation System</i> - Sistema de Aumentação de Bordo
ADS	<i>Automatic Dependent Surveillance</i> - Vigilância Dependente Automática
ADS-B	<i>Automatic Dependent Surveillance-Broadcast</i> - Vigilância Dependente Automática por Radiodifusão
ADS-C	<i>Automatic Dependent Surveillance-Contract</i> - Vigilância Dependente Automática por Contrato
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ATC	<i>Air Traffic Control</i> – Controle de Tráfego Aéreo
ATM	<i>AirTraffic Management</i> - Gerenciamento de Tráfego Aéreo
ATS	Serviços de Tráfego Aéreo
ATSU	<i>Air Traffic Service Unit</i> - Unidade de Serviço de Tráfego Aéreo
CNS	<i>Communication, Navigation and Surveillance</i> - Comunicações, Navegação e Vigilância
CPDLC	<i>Controller Pilot Data Link Communications</i> - Comunicações entre Piloto e Controlador por meio de Enlace de Dados
DCPC	<i>Direct Controller-Pilot Communication</i> – Comunicação Direta entre Piloto e Controlador
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DME	<i>Distance Measuring Equipment</i> - Equipamento Radiotelemétrico
FANS	<i>Future Air Navigation Systems</i> - Comitê Especial sobre Sistemas de Navegação Aérea Futuros
FMS	<i>Flight Management System</i> - Sistema de Gerenciamento de Voo
GBAS	<i>Ground-Based Augmentation System</i> - Sistema de Aumentação Baseado em Solo
GLONASS	<i>Global Navigation Satellite System</i> - Sistema Global de Navegação por Satélite Russo
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i> - Sistema Global de Navegação por Satélite
GPS	<i>Global Positioning System</i> - Sistema de Posicionamento Global
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
ILS	<i>Instrument Landing System</i> - Sistema de Pouso por Instrumento
IRS	<i>Inertial Reference System</i> - Sistema de Referência Inercial

IS	Instrução Suplementar
LAAS	<i>Local Area Augmentation System</i> - Sistema de Aumento de Área Local
OACI	Organização de Aviação Civil Internacional
PBN	<i>Performance-Based Navigation</i> - Navegação Baseada em Performance
RAIM	<i>Receiver Autonomous Integrity Monitoring</i> – Receptor Autônomo de Monitoramento da Integridade
RNAV	<i>Area Navigation</i> - Navegação de Área
RNP	<i>Required Navigation Performance</i> - Performance de Navegação Requerida
SBAS	<i>Space-Based Augmentation System</i> – Sistema de Aumentação Baseado em Área
SITRAER	Simpósio de Transporte Aéreo
VHF	<i>Very High Frequency</i> - Frequência Muito Alta
VOR	<i>Very High Frequency Omnidirectional Range</i> - Radiofarol Onidirecional em VHF

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 JUSTIFICATIVA	14
1.4 METODOLOGIA	15
1.4.1 Natureza e Tipo de Pesquisa	15
1.4.2 Materiais e Métodos	15
1.4.3 Procedimento de Coleta de Dados	16
1.4.4 Procedimento de Análise dos Dados	16
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 CONCEITO CNS/ATM	18
2.1.1 Comunicação	19
2.1.1.1 Controller pilot data link communications (CPDLC)	20
2.1.2 Navegação	22
2.1.2.1 Global navigation satellite system (GNSS)	22
2.1.2.1.1 Aircraft-based augmentation system (ABAS)	23
2.1.2.1.2 Ground-based augmentation system (GBAS)	24
2.1.2.1.3 Space-based augmentation system (SBAS)	25
2.1.2.2 Navegação baseada em performance (PBN)	26
2.1.2.2.1 Navegação de área (RNAV)	28
2.1.2.2.2 Performance de navegação requerida (RNP)	29
2.1.3 Vigilância Aérea no Conceito CNS/ATM	30
2.1.3.1 Automatic dependent surveillance – broadcast (ADS-B)	30
2.1.3.2 Automatic dependent surveillance – contract (ADS-C)	31
2.1.3.2.1 <i>Contrato Periódico</i>	31
2.1.3.2.2 <i>Contrato de Demanda</i>	31
2.1.3.2.3 <i>Contrato de Evento</i>	32
2.2 BENEFÍCIOS DO SERVIÇO CNS/ATM	32
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

No ano de 1912, dávamos os passos iniciais no desenvolvimento da navegação aérea, pois foi o ano em que surgiu o primeiro aparelho de rádio navegação, não tinha a precisão como os de atualmente, porém funcionou e foi muito utilizado. Sir Robert Alexander Watson – Watt, um físico escocês, concebeu em 1925 um sistema de detecção de um objeto e de medida da distância por intermédio de ondas eletromagnéticas. Com isso, houve o surgimento do radar, que obteve suas primeiras estações instaladas na Inglaterra.

Com a chegada da 2ª Guerra Mundial, permitiu-se um desenvolvimento melhor do radar. Através do radar pode-se medir intervalos de tempo entre a emissão e recepção de ondas de rádio. Ao realizar a medição desse intervalo de tempo, pode-se obter uma posição (CASTRO, 2008).

O conceito CNS/ATM teve seu início de desenvolvimento na década de 80, pois nessa época, a ICAO, notou que os meios de navegação e os sistemas utilizados na década, não dariam conta de suportar o tráfego aéreo previsto para o século XXI. Com essa ideia de criar um novo sistema, em 1983, foi criado um comitê denominado de "Sistemas Futuros de Navegação Aérea" (FANS), que tinha por objetivo analisar e identificar quais tecnologias poderiam auxiliar no desenvolvimento desse novo conceito de navegação. Após cinco anos, o FANS apresentou concepção dos "Sistemas de Comunicações, Navegação e Vigilância" (CNS).

O conceito CNS/ATM, foi finalmente oficializado somente em 1991, quase 10 anos após o início dos estudos e análises, ao ser aprovado pela Organização de Aviação Civil Internacional na 10ª Conferência de Navegação.

Tratar do conceito CNS/ATM é de extrema importância, pois a partir desse novo conceito de navegação aérea, que vem sendo implementado em todo o mundo, a quantidade de aeronaves voando em um mesmo espaço aéreo poderá ser aumentado, proporcionando mais rotas, e conseqüentemente mais passageiros transportados em todo o mundo.

Através do sistema CNS/ATM, será possível um melhor gerenciamento do tráfego aéreo, e com isso, um descongestionamento do espaço, proporcionando maior segurança e eficiência. Novos procedimentos mais confiáveis, satisfatórios e seguros poderão ser criados, trazendo não só benefícios ao operador, mas também ao Serviço de Tráfego Aéreo, e aos usuários.

Para a utilização desses auxílios terrestres, muitas vezes era necessário o sobrevoos dos mesmos, gerando assim rotas mais longas, pois era necessário voar ponto a ponto, nem sempre percorrendo a menor distância entre os destinos. Esse sistema de navegação, congestionava ainda mais o espaço aéreo, devido aos tempos de voo maiores, causando assim ainda mais gasto de combustível, além também de maiores impactos ambientais, e muitas vezes, não era possível voar de um destino a outro pelas melhores rotas.

Para que o conceito CNS/ATM seja devidamente empregado, é necessário que diversas tecnologias sejam utilizadas para a completa operação do mesmo, as tecnologias visando a Comunicação; os novos meios e métodos que irão proporcionar uma nova forma de Navegação; e os atualizados sistemas de Vigilância, compondo assim o chamado CNS.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Sabendo-se que a aviação tem se desenvolvido cada vez mais ao longo dos anos, e que novas tecnologias estão sendo mais utilizadas neste ramo, surge o seguinte questionamento: quais são os benefícios que o desenvolvimento e aplicação do conceito CNS/ATM pode trazer para a navegação aérea de modo geral?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Compreender o novo método de navegação aérea empregada na atualidade, e também os benefícios que este traz, é o principal objetivo deste trabalho.

1.2.2 Objetivo Específico

- a) Descrever os elementos que compõem o CNS/ATM;
- b) Apontar as principais características desse conceito;
- c) Conhecer os principais benefícios trazidos por esse novo conceito de navegação empregado atualmente.

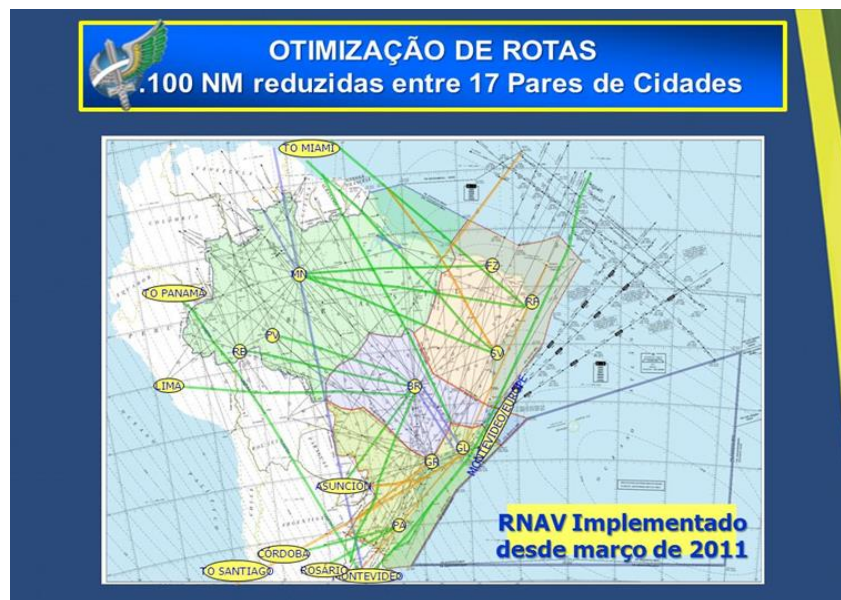
1.3 JUSTIFICATIVA

Este assunto surgiu de reflexões sobre a evolução dos métodos de navegação com o passar dos anos, e notou-se que a evolução da tecnologia vem contribuindo para o desenvolvimento da navegação aérea em todo o mundo.

A segurança na aviação é de extrema importância, e através dos avanços tecnológicos, da criação e desenvolvimento de novos equipamentos, o quesito segurança pôde ser elevado, não somente devido aos novos equipamentos, porém a confiabilidade de todo um sistema inovador, que contribui primeiramente para a segurança do transporte aéreo mundial, mas também para elevar o número de voos e rotas a serem utilizadas, descongestionando assim um espaço aéreo que antigamente era limitado, e que nos dias de hoje, pôde se expandir e ser capaz de aumentar o fluxo de aeronaves em um mesmo espaço.

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:

Figura 1 - Otimização de rotas



Fonte: DECEA, 2015.

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

maiores, a segurança era menor do que a proporcionada atualmente, a fluidez era limitada, prejudicando os movimentos aéreos.

Podemos citar como exemplo desses fatos ocorridos em décadas passadas, a companhia aérea Transbrasil, que no ano de 2000, teve custo de R\$ 1,6 milhões com combustível consumido em órbitas de esperas (procedimento em que a aeronave voa em “círculos” aguardando autorização para prosseguir seu voo) (SILVA, 2002).

Com os assuntos explanados e discutidos nesta pesquisa, entender-se-á o quão complexo é este novo conceito de navegação aérea, o CNS/ATM, seus sistemas redundantes, suas características de operação. Tal percepção estimulará o leitor a refletir sobre a importância desse novo método na aviação, e quais são os benefícios que este trazem para o transporte aéreo.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Natureza e Tipo de Pesquisa

O presente trabalho foi fundamentado por pesquisa exploratória e explicativa, com procedimento bibliográfico e documental, além de abordagens qualitativa e quantitativa.

Conforme Lakatos e Marconi (2003, p.188), a pesquisa exploratória, tem uma tríplice finalidade, que é “desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e classificar conceitos.”. Já a pesquisa explicativa, afirma Will (2012, p.42), é “aquela que tem como objetivo geral analisar e correlacionar fatos ou fenômenos, podendo também explicar as razões da ocorrência de determinados fatos.”.

A abordagem é qualitativa sendo, "como uma sequência de atividades, que envolve a redução dos dados, a categorização desses dados, sua interpretação e a redação do relatório" (GIL, 2002, p.133), e quantitativa por meio de dados estatísticos que, "por sua própria natureza conduzem para sua análise" (GIL, 2002, p.59). A coleta de dados será com verificação de recursos documentais e bibliográficos para demonstrar o que a pesquisa gostaria de esclarecer.

1.4.2 Materiais e Métodos

Será usado referencial documental, conforme Gil (2002, p. 46), “de primeira mão”, que não receberam nenhum tratamento analítico”, de regulamentos da Autoridade Aeronáutica

do Brasil e Internacional que ofereçam requisitos e padrões de procedimentos em relação ao tema proposto, além de referencial bibliográfico como livros e sítios especializados em aviação, que tratam do assunto. Os materiais analisados serão:

- • Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica;
- • Documentos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC);
- • Documentos do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA);
- • Documentos da ICAO (*International Civil Aviation Organization*);

1.4.3 Procedimento de Coleta de Dados

A coleta de dados para a pesquisa será com base no levantamento de literatura e legislação específicos ao tema, pesquisa bibliográfica e documental, além de conceitos disponíveis em publicações da ANAC e da ICAO (*International Civil Aviation Organization*).

1.4.4 Procedimento de Análise dos Dados

Na análise dos dados levantados foi realizada leitura criteriosa da literatura proposta e a interpretação objetiva dos dados e informações levantados, com a finalidade de descrever os conceitos teóricos levantados durante o estudo para poder gerar uma conclusão, que possibilitará o entendimento do problema pesquisa proposto.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

No Capítulo 1 estará apresentada a introdução, em seguida o problema da pesquisa, os objetivos gerais e específicos, a justificativa e a metodologia utilizada.

O Capítulo 2 é composto pelo referencial teórico, foi dividido em diferentes tópicos e seus respectivos subtópicos, e inicia-se com a descrição do conceito CNS/ATM e suas características, em seguida é tratado sobre o primeiro ramo do termo CNS/ATM, o conceito da “Comunicação” e seus respectivos subtópicos, em seguida é tratado o conceito da “Navegação”, que se divide em um total de sete subtópicos, e por fim é tratado sobre o conceito da “Vigilância”, possuindo cinco subtópicos. Adiante, foram descritos os benefícios trazidos com a implementação do novo sistema, definidos pelo DECEA em sua publicação intitulada Plano

de Implementação ATM Nacional, e os benefícios que já podem ser percebidos, além dos benefícios em cada fase voo, que será detalhado com figuras em formato de quadro.

O terceiro capítulo compreende as considerações finais, onde será apresentado uma síntese do material que foi apresentado ao longo da pesquisa, os objetivos específicos e a resposta para o problema da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITO CNS/ATM

O Conceito CNS/ATM tornou possível um aumento no volume de tráfego aéreo com o passar dos anos, visto que, mais aeronaves estariam voando devido a maior demanda por esse tipo de transporte. Esse conceito viabilizou o fluxo de tráfego, permitindo mais aeronaves voarem num mesmo espaço aéreo, separadas por distâncias menores.

Segundo Chujo (2007):

O conceito CNS/ATM envolve um complexo conjunto de tecnologias dependente em grande parte de satélites, incluindo a tecnologia GNSS (*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).

A sigla CNS/ATM reúne quatro termos, a Comunicação Aeronáutica que é representada pela letra C; Navegação Aérea representada pela letra N; Vigilância representada pela letra S (do inglês *Surveillance*); e por fim o Gerenciamento de Tráfego Aéreo representado pelo acrônimo ATM (do inglês *Air Traffic Management*). Esse conceito pode ser compreendido como a modernização do Controle do Espaço Aéreo em âmbito mundial visando suportar o crescimento e desenvolvimento do fluxo aéreo ao longo dos anos (BRASIL, 2011b).

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*). (BRASIL, 2011b).

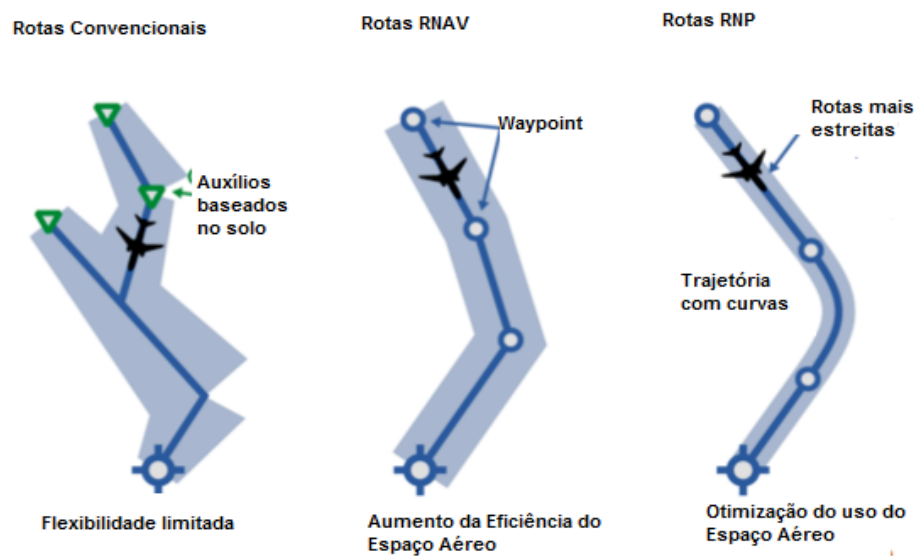
Os sistemas CNS/ATM possuem diversas características, dentre elas podemos citar as seguintes (SITRAER, 2008):

- a) Baseados em tecnologias satelitais e terrestres;
- b) Implementados para atender grandes áreas geográficas;
- c) Proporcionam cobertura Global CNS;

- d) Uso intensivo de Enlace de Dados;
- e) Diferentes níveis de Automação na previsão dos Serviços de Navegação Aérea;
- f) Emprego de tecnologia digital em todos os processos;
- g) Permitem a interoperabilidade digital em todos os processos;
- h) Susceptíveis de serem considerados como Instalações/Serviços Multinacionais.

A OACI elegeu a Comunicação, a Navegação e a Vigilância como pilares das transformações dentro do conceito de CNS-ATM.

Figura 2 – Modelo de Rotas Aéreas



Fonte: Pamplona, Fortes, Alves, 2015.

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 sobrevoo de auxílios em solo, proporcionando economia de combustível e um menor tempo de voo, como mostra a imagem acima.

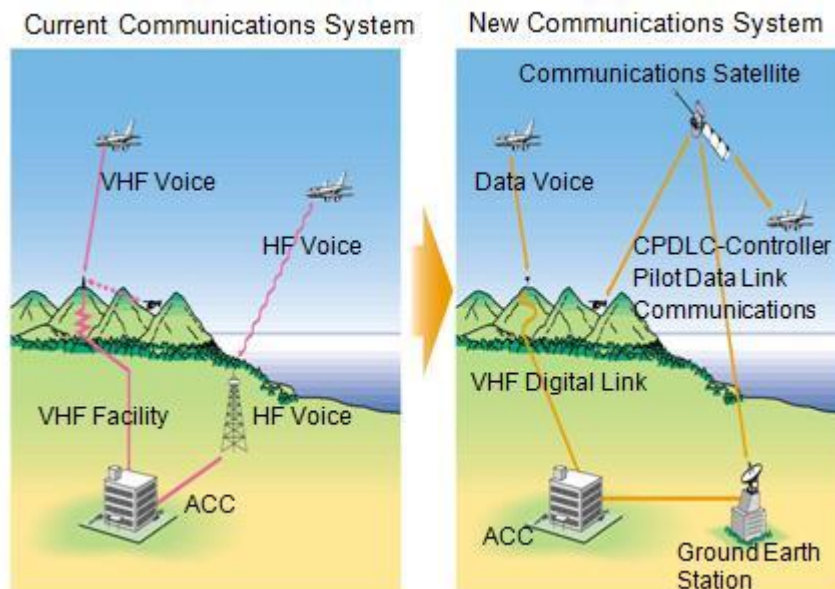
2.1.1 Comunicação

Ao longo dos anos, o meio de comunicação entre pilotos e controladores se deu através de rádios por meio de voz, mensagens sendo transmitidas oralmente. Através das novas tecnologias e do aumento de tráfego aéreo em todo o mundo, tornou-se necessário um novo método de comunicação, através de mensagens escritas por meio de um “computador”.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias, a aviação civil não poderia ficar para trás, e com isso, a comunicação precisa ser atualizada, para que a mesma seja capaz de suportar a quantidade de tráfego aéreo nos dias de hoje, e o grande aumento que está por vir nos próximos anos. Partindo dessa premissa, a Organização da Aviação Civil percebeu que seria necessário uma atualização na comunicação entre piloto e controlador, devido ao grande congestionamento nas frequências de rádio (BRAGA, 2017).

Com isso, 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 os rádio VHF analógicos (BRAGA, 2017).

Figura 3 Updated Communication



Fonte: Franco, 2010.

A partir desse novo meio de comunicação, com a utilização de satélites como mostra a figura acima, a transmissão de informações será facilitada, descongestionando assim as frequências de rádio. No tópico seguinte, esse novo meio de se comunicar será conceituado, sendo apresentado o seu funcionamento e quais operações podem ser realizadas por meio dele.

2.1.1.1 *Controller pilot data link communications (CPDLC)*

O CPDLC (*Controller pilot data link communications*), é uma ferramenta que permite comunicação entre piloto e controlador por meio de enlace de dados, ou *link* de dados, para comunicação ATC (*Air Traffic Control*) (SKYBRARY, 2017).

Através do CPDLC, os controladores são capazes de transmitir mensagens aos pilotos em voo, mensagens estratégicas não urgentes, tornando-se assim uma alternativa às comunicações por voz. Essas mensagens podem ser visualizada pelos pilotos na cabine de comando através de uma tela (SKYBRARY, 2017).

Esse sistema permite o envio de mensagens de gerenciamento das comunicações, sendo possível obter informações, liberações, solicitações e autorizações por meio da escrita, que corresponde a fraseologia por voz, além também de permitir respostas dos pilotos a essas mensagens (SKYBRARY, 2017).

Figura 4 – Mensagem CPDLC



Fonte: Wolfe, 2019.

O congestionamento dos canais de voz pode ser melhorada através do CPDLC, porém o DECEA destaca outras vantagens associadas ao CPDLC (BRASIL, 2017):

- a) Fornecimento das comunicações diretas entre controlador e piloto (DCPC) em um espaço aéreo onde isso não estava disponível anteriormente;
- b) Permitir à tripulação de voo imprimir mensagens;
- c) Permitir que mensagens sejam armazenadas e revistas conforme necessário;
- d) Reduzir os erros causados pela tripulação de voo através do carregamento de informação de mensagens *Uplink* específicas, como autorizações de rota ou

- instruções de troca de frequências, em outros sistemas da aeronave, como o FMS ou rádios;
- e) Permitir a tripulação de voo solicitar autorizações de rotas complexas, as quais o controlador pode responder sem ter que inserir manualmente uma longa lista de coordenadas;
 - f) Reduzir a carga de trabalho da tripulação de voo através do suporte de reportes automaticamente transmitidos quando um evento específico ocorre, como cruzar um *Waypoint* e o carregamento de informação de autorização diretamente para o sistema de gerenciamento de voo; e
 - g) Reduzir a carga de trabalho do controlador através do fornecimento de atualizações de plano de voo automáticas quando mensagens *Downlink* específicas (e respostas para algumas mensagens *Uplink*) forem recebidas.

Mesmo a ferramenta CPDCL sendo uma tecnologia complexa e que demanda investimento e treinamento para a correta utilização desse meio de comunicação, podemos observar acima que os benefícios oferecidos tornam viável a implementação dessa ferramenta, visto que essa tecnologia elevará o índice de segurança das operações aéreas, pois evitará os erros de interpretação de mensagens, o que contribui para uma maior eficácia da comunicação entre pilotos e órgãos de controle.

2.1.2 Navegação

2.1.2.1 *Global navigation satellite system* (GNSS)

Esse meio de navegação permite às aeronaves voarem através de satélites, eles permitem que os equipamentos a bordo da aeronave forneçam, através da indicação de coordenadas, a localização de um determinado ponto que esteja situado na superfície terrestre.

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).

O GNSS é um sistema de navegação que utiliza satélites para localização (GPS, GLONASS, GALILEO e COMPASS). Dentre esses diversos satélites, atualmente as constelações que estão plenamente disponíveis para dar suporte à navegação são o Sistema de Posicionamento Global (GPS), criado e controlado pelos Estados Unidos da América, e o Sistema Global de Navegação por Satélite (GLONASS), criado e controlado pela Rússia. Os outros dois sistemas de navegação, GALILEO e COMPASS, esse último criado pela China, estão sendo desenvolvidos para que atendam aos requisitos estabelecidos pela ICAO (ICAO, 2005).

A constelação GPS é composta por 24 satélites em 6 órbitas distintas, esses satélites operam em órbitas a uma altitude de aproximadamente 660.000 pés de altitude, algo em torno de 20.000 quilômetros (ICAO, 2005).

Assim foi estabelecida a evolução do sistema operacional do GNSS:

- GPS
- GPS + GLONASS
- GPS + GLONASS + Sistema de Aumentação
- GPS + GLONASS + GNSS Civil
- GNSS Civil

Dependendo da utilização pretendida, o GNSS deve ser viabilizado pela combinação de alguns elementos, como os sistemas de aumentação, poderemos observar nas seções seguintes algumas informações adicionais sobre esse sistema.

2.1.2.1.1 *Aircraft-based augmentation system (ABAS)*

A denominação ABAS foi estabelecida pela ICAO com o objetivo de descrever todos os sistemas e equipamentos a bordo de uma aeronave capazes de fornecer acréscimos de navegação através de técnicas de monitoramento de integridade, ou seja, Sistema de Monitoramento de Integridade (RAIM). O conceito ABAS utiliza procedimentos baseados no uso de receptor GNSS básico ou outro sistema de acréscimo embarcado que capte informação

de outros sensores para fornecer dados de integridade GPS e aumento de desempenho (BARBOSA, 2015).

Para viabilizar a função RAIM, são necessários cinco satélites, e mais um sexto satélite é necessário no caso de identificação e remoção de um satélite falho no sistema.

Os sistemas mais modernos são capazes de prever a disponibilidade da função RAIM no horário estimado de início do procedimento. Obtendo previsão de indisponibilidade, desde 15 minutos antes até 15 minutos após o horário estimado de pouso, não é permitido iniciar o procedimento. Caso isso venha a ocorrer, a aeronave deve acionar os equipamentos básicos de navegação aérea apropriados para a rota a ser voada. Este procedimento também é válido nos trechos da rota em que haja previsão de indisponibilidade da função RAIM (SIQUEIRA, 2005).

2.1.2.1.2 *Ground-based augmentation system* (GBAS)

O sistema de augmentação baseado em solo permite aproximações GNSS de precisão de Categoria 1, além de fornecer serviço de posição em áreas terminais. Esse sistema também é capaz de suportar aproximação de precisão de Categoria 2 e 3, além de algumas operações de superfície, substituindo assim os radares de superfície. Esse sistema é conhecido como LAAS (*Local Area Augmentation System*) nos Estados Unidos (ICAO, 2005).

Esse sistema é capaz de fornecer orientação nos segmentos da aproximação final, enquanto que o GNSS fornece informação de posição horizontal, permitindo assim serem realizadas operações RNAV com informação positiva de guia vertical e horizontal (ICAO, 2005).

Figura 5 – Arquitetura GBAS



Fonte: BEAMISH, 2005.

A estação em solo recebe os sinais das constelações de satélites de navegação, tratam esses sinais, afim de eliminar possíveis erros, e então os sinais corrigidos são retransmitidos à aeronave, essa transmissão é feita por VHF (ICAO, 2005).

2.1.2.1.3 *Space-based augmentation system (SBAS)*

O sistema de aumentação baseado em satélite aumenta os sinais das constelações de satélites de navegação, e através de satélites geostacionários, fornece informações de correção, medições de alcance e integridade (ICAO, 2005).

Estações em solo recebem os sinais dos satélites de navegação, corrigem possíveis erros existentes, e enviam os sinais corrigidos para satélites geostacionários, estes então, retransmitem os sinais (mensagem SBAS) às aeronaves (ICAO, 2005).

O sistema SBAS, apesar de ter sua tecnologia disponível para aplicação, não será utilizado pelo Brasil, tendo em vista que (BRASIL, 2011):

- a) Possui elevados custos de implantação e os benefícios do SBAS são muito pequenos em relação aos já providos pelo GPS convencional;

- b) As interferências ionosféricas afetam a confiabilidade dos sinais do GNSS, em grande parte da área de responsabilidade brasileira, fato que minimizaria os ganhos operacionais;
- c) Cerca de 85% das operações aéreas brasileiras são de aeronaves comerciais, que se concentram em aeroportos dotados de infraestrutura adequada de navegação aérea, o que não justifica um sistema de “aumentação” de grande área; e
- d) A implementação da segunda frequência civil no GPS e a possível entrada em operação de novas constelações básicas de navegação por satélites poderão representar um aumento na integridade e disponibilidade do GNSS, que minimizaria os ganhos resultantes de uma possível implementação do SBAS.
- e) Percebemos que apesar de ser um sistema bem desenvolvido, o futuro do SBAS no Brasil é pouco provável, devido seu alto custo de implementação, além também das questões operacionais que inviabilizam essa implementação.

Com isso, ao analisarmos o atual cenário da aviação brasileira, podemos notar que houve um crescimento nas operações de aeronaves da aviação geral, assim como a presença de aeronaves comerciais em aeródromos com menor infraestrutura, e com a instalação do SBAS no Brasil, a necessidade de aeródromos com procedimento de voo por instrumento poderá ser reduzida, visto que o SBAS é capaz de prover aproximações semelhantes ao ILS.

2.1.2.2 Navegação baseada em performance (PBN)

Segundo a Instrução Suplementar (IS) 91-001E da ANAC, a navegação baseada em desempenho ou *performance-based navigation* (PBN) são “requisitos específicos de navegação de área aplicáveis às aeronaves conduzindo operações em rotas ATS, em procedimentos de aproximação ou espaços aéreos específicos” (BRASIL, 2017, p. 3). O conceito PBN especifica os requisitos de desempenho do sistema RNAV da aeronave, em termos de precisão, integridade, disponibilidade, continuidade e funcionalidade, necessárias para as operações propostas no contexto de espaço aéreo particular.

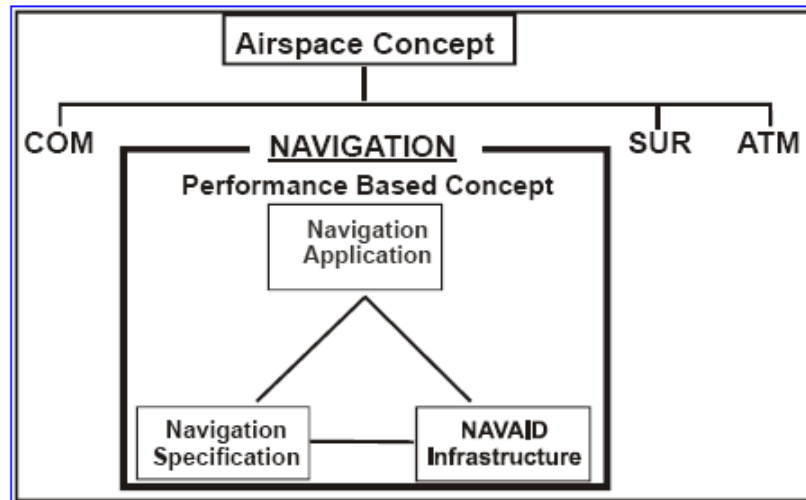
A partir do conceito PBN obtemos uma mudança de um “sensor-base” para uma “*performance-base*” de navegação. Os requisitos de performance são identificados nas especificações de navegação, que identificam também a escolha dos sensores e do equipamento

de navegação que podem ser usados para encontrar os requisitos de performance (BRASIL, 2008).

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. Destacam-se (BRASIL, 2008):

- 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 aumento 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.

Figura 6: Performance Based Navigation Concept



Fonte: BRASIL, 2008.

Na figura acima podemos visualizar em qual aspecto do conceito CNS/ATM o PBN se encontra, pertencendo assim ao ramo da navegação. O PBN engloba dois meios de navegação, sendo o RNAV e o RNP, esses dois serão tratados e apresentados nos tópicos a seguir.

2.1.2.2.1 Navegação de área (RNAV)

A navegação de área, chamada de RNAV, revolucionou a navegação em todo o mundo, facilitando o deslocamento das aeronaves de um ponto a outro, utilizando posições baseadas em satélites, não sendo mais necessário o sobrevoo de estações instalas em solo.

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).

A navegação RNAV, faz uso do FMS a bordo da aeronave, sendo gerado a informação da posição e orientação da aeronave a partir de informações de satélites, como GPS por exemplo, sistema de referência inercial (IRS), e auxílios VOR e DME situados no solo ou a combinação deles (SANTOS, 2015).

O número apresentado imediatamente após o acrônimo RNAV identifica a distância da precisão lateral, em milhas náuticas, relativa à rota de voo que a aeronave deve manter – no mínimo – em 95% de seu tempo total. Por exemplo, RNAV-5 especifica que o afastamento latero-longitudinal máximo em relação à posição esperada é de 5NM em relação ao eixo de sua rota (SANTOS, 2015).

Tabela 1: Especificação de Navegação

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

Fonte: Brasil, 2017.

Como visto na tabela acima, observamos a precisão desse método de navegação e onde cada um dos tipos desse método é empregado. A seguir, iremos conceituar RNP, que não deixa de ser um RNAV, porém com suas particularidades.

2.1.2.2.2 Performance de navegação requerida (RNP)

Segundo a OACI, o sistema RNP impõe requisitos tanto ao espaço aéreo quanto às aeronaves que ali operam. Para as aeronaves, o Erro Total do Sistema deve ser menor que o valor da RNP durante 95% do tempo total do voo. Para o espaço aéreo, adequada infra-estrutura de navegação deve ser provida para garantir o cumprimento da RNP especificada (SIQUEIRA, 2005).

Encontramos diversos tipos de RNP, cada um com seu desvio lateral especificado em sua identificação, na qual são recomendados dependendo da intensidade do tráfego aéreo, condições do espaço aéreo, meteorologia e a critério das autoridades aeronáuticas.

A identificação do RNP é seguida de um número, que representa o afastamento máximo, dado em milhas náuticas (MN), em relação à posição pretendida. Por exemplo, RNP 4, significa que o afastamento máximo permissível é de 4 MN em torno da posição pretendida durante 95% do tempo de voo.

2.1.3 Vigilância Aérea no Conceito CNS/ATM

Com o passar dos anos, o avanço da tecnologia permitiu que a vigilância das aeronaves fosse feita através de uma técnica na qual a aeronave é capaz de transmitir automaticamente, por meio de um *link* de dados, dados referentes à navegação e a posição, através de sistemas a bordo. É possível obter dados de identificação da aeronave, posição quadridimensional, além de outros dados, conforme apropriado e necessário. Atualmente, temos duas principais versões desse sistema, sendo o ADS-B e o ADS-C (SKYBRARY, 2017).

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).

Desse modo, a vigilância aérea exercida pelos órgãos de controle ao redor do mundo passa a dispor de meios mais eficientes, possibilitando a visualização do posicionamento das aeronaves em locais antes não abrangidos. Veremos a seguir de forma mais detalhada, a respeito das duas versões principais que compõe esse sistema.

2.1.3.1 *Automatic dependent surveillance – broadcast* (ADS-B)

Através dessa técnica de vigilância, na qual as aeronaves transmitem automaticamente informações, tornou-se possível que as pessoas interessadas e curiosas por aviação sejam capazes de acessar determinados sites na internet, que as possibilitam rastrear as aeronaves em voo, para aquelas que possuem esse equipamento a bordo, e em tempo real identificá-las na tela.

O DECEA, define o ADS-B como:

um sistema que viabiliza às aeronaves a transmissão de informações como: posição, altitude, velocidade, identificação, radial, destino, origem, razão de subida ou descida,

dentre outros, por meio da frequência empregada pelo equipamento transponder da aeronave (BRASIL, 2011).

As aeronaves equipadas com esse sistema, são capazes de processar e exibir os dados ADS-B, permitindo assim aprimorar a consciência situacional da tripulação. Outro fator importante sobre essa tecnologia, é que as estações ADS-B são muito mais baratas que os radares, elas recebem e processam os dados obtidos da aeronave, para ser utilizados nas telas do controlador (ICAO, 2005).

Em muitos locais em que não há cobertura radar, foi implantado o ADS-B, permitindo assim uma redução na separação, de oitenta a cinco milhas náuticas, otimizando a capacidade do espaço aéreo, além reduzir o consumo de combustível e a emissão de gases na atmosfera (ICAO, 2005).

2.1.3.2 *Automatic dependent surveillance – contract (ADS-C)*

O ADS-C é um meio pelo qual os termos de contrato ADS-C serão trocados entre os sistemas de solo e a aeronave, de acordo com um contrato pré definido, por meio de um *link* de dados, especificando sob quais condições os reportes devem ser iniciados, e que dados devem ser incluídos nos relatórios (SKYBRARY, 2017).

Existem três tipos de contrato ADS:

- a) Contrato Periódico;
- b) Contrato de Demanda;
- c) Contrato de Evento.

2.1.3.2.1 Contrato periódico

Esse tipo de contrato permite a Unidade de Serviços de Tráfego Aéreo (ATSU) especificar o intervalo de tempo em que o sistema da aeronave envia um relatório ADS-C, e especifica também os grupos ADS-C opcionais que devem ser incluídos no relatório periódico (SKYBRARY, 2017).

2.1.3.2.2 Contrato de demanda

A partir desse contrato, é possível que a ATSU solicite um único relatório periódico do ADS-C. Esse tipo de contrato, não modifica nem cancela demais contratos que possam estar em vigor com a aeronave (SKYBRARY, 2017).

2.1.3.2.3 Contrato de evento

Esse contrato possibilita uma ATSU a solicitar um relatório ADS-C sempre que um evento específico ocorrer, porém, o contrato poderá ser estabelecido somente com uma aeronave por vez. O contrato de evento é capaz de conter diferentes tipos de eventos, esses tipos de eventos opcionais incluem (SKYBRARY, 2017):

- a) Evento de mudança de waypoint;
- b) Evento de desvio de alcance de nível;
- c) Evento de desvio lateral;
- d) Evento de alteração de razão vertical.

2.2 BENEFÍCIOS DO SERVIÇO CNS/ATM

Com a operação desse novo sistema, a partir do Plano de Implementação ATM Nacional, elaborado de DECEA, espera-se os seguintes benefícios para a aviação (BRASIL, 2012):

- a) O uso mais racional do espaço aéreo;
- b) Aumento da eficiência do Gerenciamento do Tráfego Aéreo;
- c) A redução da emissão dos gases na atmosfera;
- d) A redução do ruído às comunidades próximas aos aeroportos;
- e) A redução da carga de trabalho para controladores e pilotos;
- f) A redução dos custos na provisão dos serviços de navegação aérea; e
- g) A prestação de melhores serviços para os usuários do transporte aéreo.

Figura 7: Vantagens CNS/ATM

COMUNICAÇÃO	NAVEGAÇÃO	VIGILÂNCIA
Mais direta	Confiabilidade e Integridade	Menor erro de reportes
Melhor transferência	Tetra dimensional (4-D)	Vigilância em não-radar
Menor congestionamento	Sem auxílios em terra	Economia
Menores erros	Melhor aproveitamento	Maior preocupação com voo
Interoperabilidade	Versatilidade	Monitoramento contínuo
Menor carga de trabalho	Menor carga de trabalho	Assistência melhorada

Fonte: Franco, 2010

Nas ilustrações abaixo em formato de quadro, podemos identificar detalhadamente demais benefícios trazidos pelo CNS/ATM em cada fase do voo (SILVA, 2002):

Quadro 1: Benefícios CNS/ATM

CNS/ATM COMPONENTES	CNS/ATM- BENEFÍCIOS					(continua)
	PRÉ-PARTIDA, TAXIAMENTO & DECOLAGEM	TRANSIÇÃO ENTRE SUBIDA E PARTIDA	NAVEGAÇÃO EMROTA	TRANSIÇÃO ENTRE DESCIDA E CHEGADA	APROXIMAÇÃO, POUSO & TAXIAMENTO	
COMUNICAÇÃO						
PILOTO-ACC						
VHF voz	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona meios para informação de períodos críticos (p.ex. desvios ou emergência) • Proporciona “back up” da cadeia de dados 					
HF voz		<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona “back up” da cadeia de dados 				
SATCOM voz		<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona “back up” da cadeia de dados 				
Cadeia de dados VHF	<ul style="list-style-type: none"> • Maximiza a eficiência e confiabilidade de comunicações de rotina tais como períodos OOOI. Diminui ocorrência de comunicações ineficientes. 					
Cadeia de dados HF		<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona condições para comunicações eficientes, confiáveis e sem falhas. Diminui ocorrência de comunicações ineficientes. 				
Cadeia de dados SATCOM		<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona condições para comunicações eficientes, confiáveis e sem falhas. Diminui ocorrência de comunicações ineficientes. 				
CONTROLADOR-PILOTO						
VHF voz	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona meios para informação de períodos críticos (p.ex. autorizações para decolagem) Provê “back up” para cadeia de dados. 					
HF voz		<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona condições para informação de instantes críticos tais como vetores de impedimento de tráfego. Provê "back up" para cadeia de dados. 				
SATCOM voz		<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona condições para informação de instantes críticos tais como vetores de impedimento de tráfego. Provê "back up" para cadeia de dados. 				
Cadeia de dados VHF (CPDL)	Maximiza eficiência e confiabilidade de comunicações que não correspondem a instantes críticos. Reduz ocorrência de comunicações ineficientes.					
Cadeia de dados HF (CPDL)		<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona ambiente para comunicação confiável, eficiente e sem falhas, de informações que não correspondem a momentos críticos ou decisivos. Reduz ocorrência de comunicações ineficientes. 				
Cadeia de dados SATCOM (CPDL)		<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona ambiente para comunicação confiável, eficiente e sem falhas, de informações que não correspondem a momentos críticos ou decisivos. Reduz ocorrência de comunicações ineficientes. 				
CONTROLADOR-CONTROLADOR						
CCDL	Maximiza precisão, eficiência e confiabilidade					
AR-TERRA E TERRA-TERRA						
ATN	Maximiza precisão, eficiência, confiabilidade e conectividade					

CNS/ATM COMPONENTES	CNS/ATM- BENEFÍCIOS					(continuação)
	PRÉ-PARTIDA, TAXIAMENTO & DECOLAGEM	TRANSIÇÃO ENTRE SUBIDA E PARTIDA	NAVEGAÇÃO EM ROTA	TRANSIÇÃO ENTRE DESCIDA E CHEGADA	APROXIMAÇÃO, POUSO & TAXIAMENTO	
NAVEGAÇÃO						
SEGURANÇA Todas as fases do voo: <ul style="list-style-type: none"> • Percepção de posição e relatórios melhorados • Redução da carga de trabalho dos pilotos 	<ul style="list-style-type: none"> • Exibição de mapa de taxiamento de aeronaves 	<ul style="list-style-type: none"> • Precisão de navegação realçada vs INS, IRS, OMEGA, VOR, NDB 	<ul style="list-style-type: none"> • Precisão de navegação realçada vs INS, IRS, OMEGA, VOR, NDB 	<ul style="list-style-type: none"> • Precisão de navegação realçada vs INS, IRS, OMEGA, VOR, NDB 	<ul style="list-style-type: none"> • Precisão de navegação realçada vs VOR, NDB • Aproximação de não-precisão pode ser realizada como de precisão com pseudos "glideslope" e localizer. Alguns equipamentos permitem união das fases horizontal e vertical de piloto automático. 	
EFICIÊNCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Rotas GNSS mais curtas proporcionarão menor quantidade de combustível e maior carga paga 	<ul style="list-style-type: none"> • Otimização na definição de rotas • Direção de curso correta resultará em gradiente de "climb" menor e maior carga paga, nos casos em que o terreno é fator restritivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Otimização na definição de rotas • Maior precisão de navegação permite redução nos padrões de separações horizontais e verticais e maior capacidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de navegação em 4D conduzirá a rotas de chegada mais eficientes e aumento de capacidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Aproximações de não-precisão (posteriormente de precisão) podem ser desenvolvidas para todas as pistas adequadas • Mudanças de procedimentos podem ser eliminadas • O ponto de designação de aproximação perdida pode ser localizado de modo a não interferir com outras aeronaves na aproximação 	
CONFIABILIDADE	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação de disponibilidade de satélite na pré-partida garante adequada cobertura satélite 	<ul style="list-style-type: none"> • FDE assegura precisão da orientação via satélite • Confiabilidade dos sinais elimina atrasos e cancelamentos em virtude de auxílios terrestres inoperantes 	<ul style="list-style-type: none"> • FDE assegura precisão da orientação via satélite • Confiabilidade dos sinais elimina atrasos e cancelamentos em virtude de auxílios terrestres inoperantes 	<ul style="list-style-type: none"> • FDE assegura precisão da orientação via satélite • Confiabilidade dos sinais elimina atrasos e cancelamentos em virtude de auxílios terrestres inoperantes 	<ul style="list-style-type: none"> • FDE assegura precisão da orientação via satélite • Confiabilidade dos sinais elimina atrasos e cancelamentos em virtude de auxílios terrestres inoperantes 	

CNS/ATM COMPONENTES	CNS/ATM-BENEFÍCIOS				
	(conclusão)				
	PRÉ-PARTIDA, TAXIAMENTO & DECOLAGEM	TRANSIÇÃO ENTRE SUBIDA E PARTIDA	NAVEGAÇÃO EM ROTA	TRANSIÇÃO ENTRE DESCIDA E CHEGADA	APROXIMAÇÃO, POUSO & TAXIAMENTO
VIGILÂNCIA					
ADS e ADS-B	Possibilitará aplicação de tecnologia ATN				
GERENCIAMENTO DE TRÁFEGO AÉREO					
RNP	<ul style="list-style-type: none"> • Reduz os gabaritos para livramento de obstáculos e terrenos 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduz os gabaritos para livramento de obstáculos e terrenos • Reduz os critérios de separação horizontal entre aeronaves 			<ul style="list-style-type: none"> • Reduz os gabaritos para livramento de obstáculos e terrenos
RVSM		<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta a capacidade do sistema / separações verticais reduzidas 			
RTA	<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta a capacidade do sistema / separações verticais reduzidas 			
Gerenciamento de fluxo de tráfego aéreo	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da capacidade do espaço aéreo • Utilização mais eficiente do espaço aéreo • Redução da carga de trabalho dos controladores • Aumento da segurança • Perfis de voo mais eficientes Melhoria no alerta e resolução de conflitos				

Fonte: Silva, 2002

De fato podemos notar uma série de benefícios que o sistema CNS/ATM proporciona para a aviação como um todo, trazendo sempre um ponto positivo em diferentes setores e atividades que são realizadas diariamente em todo mundo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo compreender os conceitos que compõe o sistema CNS/ATM e suas características, assim como os respectivos benefícios que essa tecnologia proporciona aos operadores. Foram descritos as ferramentas que formam esse sistema, cada um em sua área de jurisdição, no quesito comunicação, navegação e vigilância; e explicadas suas características de operação.

O trabalho foi embasado por pesquisa exploratória e explicativa, com procedimento bibliográfico e documental, e com abordagens qualitativa e quantitativa, e apresentou os conceitos do CNS/ATM, além dos benefícios que o mesmo traz.

A partir da criação do comitê denominado FANS, em 1983, criado para identificar quais tecnologias e ferramentas poderiam contribuir para o desenvolvimento de um novo sistema, foi desenvolvido então o conceito CNS/ATM, que promoveu uma mudança na aviação mundial, trazendo consigo diversos benefícios.

O sistema CNS/ATM é composto de diversas tecnologias, sendo divididas em cada área de atuação, o ramo da comunicação, da navegação, e por fim da vigilância. Nesse novo sistema, a comunicação não só antigamente mas ainda nos dias atuais, era realizada por canal de voz, causando congestionamento e erros de interpretação, e com esse novo sistema, a comunicação passa a ser realizada via *Datalink*, que consiste na conexão entre os computadores das aeronaves com os sistema de controle de tráfego aéreo, através do CPDLC.

A navegação nesse novo conceito passa a ser realizada basicamente por meio do GNSS, visando garantir integridade, precisão, disponibilidade e continuidade. Dentre os sistemas utilizados, o GPS ganha destaque por ser o mais utilizado atualmente, se mostrando perfeito para os fins da aviação civil. A navegação RNAV e o RNP, são sistemas de navegação por satélite (GNSS), que independem de auxílios em solo para sua operação. Três sistemas de aumento foram desenvolvidos, o ABAS, GBAS e SBAS, visando uma maior segurança no transporte aéreo.

O primeiro passo visando o automatismo na vigilância aérea, é o sistema ADS, que funciona com o computador da aeronave enviando reportes automáticos de posição a estações em terra sem a necessidade de o piloto comandar estes reportes. Atualmente as duas principais versões desse sistema são o ADS-B e o ADS-C. Com isso, o CNS/ATM poderá ser mais vantajoso quando o mesmo estiver em completa operação ao redor do mundo, proporcionando

aos usuários diversos benefícios que comprovarão a viabilidade da implementação desse sistema na aviação mundial.

Todo esse sistema visa à simplicidade e a facilidade nas operações, proporcionando vantagens que não podem ser alcançadas pelas ferramentas que eram utilizadas, e que ainda encontramos em operação. Para que todos esses objetivos sejam atingidos, deve haver a participação e comprometimento de todos profissionais envolvidos nas operações, visando sempre o desenvolvimento e progresso do sistema, seja com aperfeiçoamento, novos produtos, novos procedimentos, padronização, a união de todos esses aspectos contribuirão para uma melhor operação e funcionalidade de todo esse complexo sistema.

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 mas em todo o mundo, sabe-se que a transição para se chegar no completo funcionamento ocorre de forma gradual, e o sistema CNS/ATM é apenas uma forma para tentar solucionar os problemas que a aviação nacional enfrenta, porém proporciona um grande avanço tecnológico, além de propiciar níveis de segurança operacional, e também eficiência, mais elevados.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Adilson Luiz. **Proposta de Utilização de Métodos Heurísticos e de Inovação nos Projetos de Sistemas de Localização, Baseados em Tecnologia de Satélites**. 2015. 309 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia e Tecnologia Espaciais/gerenciamento de Sistemas Espaciais, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Inpe, São José dos Campos, 2015. Disponível em: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2015/10.27.22.47/doc/publicacao.pdf> Acesso em: 09 mar. 2020.

BEAMISH, Micheal. **Global Navigation Satellite System & GBAS**. IV Conferencia Espacial de las Américas – Seminario Taller Regional GNSS, Bogotá, Colômbia, 26 a 29 de setembro, 2005.

BRAGA, André Luiz. **Guia Prático para Entender PBN-RNAV: navegação baseada em performance**. [s. L.]: Ebianch, 2017. 22 p. Disponível em: https://www.ebianch.com/wp-content/uploads/2016/03/eBook_PBN.pdf. Acesso em: 18 mar. 2020.

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/@@display-file/arquivo_norma/IS91-001E.pdf. Acesso em: 15 fev. 2020.

BRASIL. COMAER. **Navegação baseada em performance**. Lagoa Santa: Departamento de Ensino da Aeronáutica, 2008. 20 p.

BRASIL. Portaria nº 630/GC3, de 1 de dezembro de 2011. Aprova a reedição da Diretriz do Comando da Aeronáutica que estabelece a concepção operacional ATM nacional. **DCA 351-2 Concepção Operacional ATM Nacional**. Rio de Janeiro, RJ. Decea. Disponível em: <https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=3678>. Data do acesso: 10 fev. 2020.

BRASIL. **Entenda o conceito CNS/ATM (Perguntas Frequentes)**, de 21 de setembro de 2011(b). Disponível em: [https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/8543/#:~:text=O%20que%20significa%20a%20sigla%20CNS%20FATM%3F&text=Gerenciamento%20de%20Tr%C3%A1fego%20A%C3%A9reo%20\(ou,a%C3%A9reo%20projetado%20para%20o%20futuro](https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/8543/#:~:text=O%20que%20significa%20a%20sigla%20CNS%20FATM%3F&text=Gerenciamento%20de%20Tr%C3%A1fego%20A%C3%A9reo%20(ou,a%C3%A9reo%20projetado%20para%20o%20futuro). Data do acesso: 07 jul. 2020.

BRASIL. Portaria nº 37/DGCEA, de 22 de março de 2012. Aprova a edição do Plano de Implementação ATM Nacional. **PCA 351-3 Plano de Implementação ATM Nacional**. Rio de Janeiro, RJ: Decea. Disponível em: <https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=3731>. Data do acesso: 08 fev. 2020.

BRASIL. Portaria nº 168/DGCEA, de 18 de outubro de 2017. Aprova a edição da modificação do MCA 100-13, Manual que estabelece os procedimentos operacionais para o uso de comunicação por enlace de dados controlador-piloto (CPDLC) e de vigilância dependente automática – contrato (ADS-C) no ATS. **MCA 100-13 Procedimentos Operacionais para o uso de Comunicação por Enlace de Dados Controlador-Piloto (CPDLC) e de Vigilância Dependente Automática – Contrato (ADS-C) no ATS**. Rio de Janeiro, RJ. Decea. Disponível em: <https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4624>. Data do acesso: 12 fev. 2020.

BRASIL. **AIC 10/09 Sistema Global de Navegação por Satélite – GNSS**. ,2009. [S.I]: Departamento de Controle do Espaço Aéreo, Divisão de Gerenciamento de Navegação Aérea. Disponível em: <https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=3400>. Data do acesso: 13 fev. 2020.

CASTRO, Gabriel Rodrigues. **Sistemas modernos de navegação aérea**. Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba - PR, 2008.

CHUJO, Amália Massumi. **Tecnologias de Navegação Aérea por GNSS e DGNSS para Operação CNS/ATM: Aplicações para o Brasil**. 2007. 168f. Tese de mestrado – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

FRANCO, Ciro. **O Sistema CNS/ATM na Terminal Porto Alegre**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2010.

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%205%2010%2008%20with%20bookmarks1.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2020.

PAMPLONA, Daniel; FORTES, João; ALVES, Claudio. **Fatores Humanos Relacionados à Implantação dos Procedimentos Baseados em Performance (PBN) na Aviação**. 2015. XXXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET Ouro Preto. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Disponível em: http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais_2015/TrabalhosFormatados/AC722.pdf. Acesso em: 08 jul. 2020.

SANTOS, I, L. 2015. **Navegação Aérea Descomplicada 2ª Parte – 3ªED**. Natal: D & F Jurídica.

SILVA, Francisco Benigno da. **O Impacto da Implantação do Sistema CNS/ATM Na Área de Movimento Aeroportuária**. 2002. 157 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão de Aviação Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2002. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/1609/1/2002_FranciscoSilva_HamiltonMachado_TeresaSilva.PDF. Acesso em: 04 maio. 2020.

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. 2020.

SITRAER, 2008, [S. L.]. **Como atender as necessidade operacionais dos usuários do espaço aéreo**. [S. L.]: Sitraer, 2008. 13 p.

SKYBRARY. **Automatic Dependent Surveillance – Contract (ADS-C)**. 2017. Disponível em: [https://www.skybrary.aero/index.php/Automatic_Dependent_Surveillance_-_Contract_\(ADS-C\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Automatic_Dependent_Surveillance_-_Contract_(ADS-C)). Acesso em: 19 mar. 2020.

- SKYBRARY. Controller Pilot Data Link Communications.** 2017. Disponível em: [https://www.skybrary.aero/index.php/Controller_Pilot_Data_Link_Communications_\(CPDL_C\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Controller_Pilot_Data_Link_Communications_(CPDL_C)). Acesso em: 19 mar. 2020.
- WOLFE, Frank. Delayed Delivery of En-Route CPDLC Messages Fixed, FAA Says.** 2019. Disponível em: <https://www.aviationtoday.com/2019/11/13/delayed-delivery-en-route-cpdlc-messages-fixed-faa-says/>. Acesso em: 11. Mar. 2020.