



## SEGURANÇA NO CPDLC: AVALIANDO A PROTEÇÃO E A EFICIÊNCIA DAS COMUNICAÇÕES NO GERENCIAMENTO DE TRÁFEGO AÉREO

Diogo Bueno da Fonseca<sup>1</sup>  
Salmen Chaquip Bukzem<sup>2</sup>

### RESUMO

O trabalho demonstrou que o CPDLC é uma tecnologia vital para a modernização das comunicações no gerenciamento do tráfego aéreo, especialmente em áreas remotas, substituindo as comunicações tradicionais por voz e oferecendo melhorias na clareza das mensagens, o que reduz a carga de trabalho de controladores e pilotos, além de ampliar a capacidade de gestão do espaço aéreo. O estudo abordou diversas dimensões do CPDLC, examinando seu impacto na segurança operacional de voo. Também foram analisadas as vantagens e limitações do uso do CPDLC, em busca de oferecer uma visão ampla de sua utilização no sistema CNS/ATM. Como parte de iniciativas globais de modernização do espaço aéreo, o NextGen, nos Estados Unidos, e o Sirius, no Brasil, firmam o avanço no uso do CPDLC, o que representa um avanço tecnológico significativo. O estudo da sua implementação e evolução melhorou a compreensão sobre o impacto da inovação tecnológica na aviação e ajudou a identificar desafios regionais específicos, reforçando a sua relevância não só para a segurança e eficiência do tráfego aéreo, mas também para o avanço tecnológico e a padronização global na aviação.

<sup>1</sup> Bacharelando do 8º Período de Ciências Aeronáuticas pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO). E-mail: [diogobuenodafonseca@gmail.com](mailto:diogobuenodafonseca@gmail.com)

<sup>2</sup> Graduado em Desenvolvimento de Sistemas de Informação, Especialista em Gestão de Segurança da Informação e Comunicações pela Universidade de Brasília. e Mestre em Educação. Militar da reserva da Força Aérea-de Supervisor e Instrutor de órgãos de controle de tráfego aéreo-m atuação na prevenção e investigação de Acidentes Aeronáuticos, Gerenciamento de Sistemas de Segurança Operacional, Inspeção em Prestadores de Serviço de Navegação Aérea e instrução em diversos cursos do SISCEAB. Professor do Curso de Ciências Aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. E-mail: [salmen@pucgoias.edu.br](mailto:salmen@pucgoias.edu.br)

**Palavras-chave:** Sirius, CNS-ATM, Gerenciamento de Tráfego Aéreo.

## **SAFETY AT CPDLC: EVALUATING THE PROTECTION AND EFFICIENCY OF COMMUNICATIONS IN AIR TRAFFIC MANAGEMENT**

### **ABSTRACT**

*The work demonstrated that CPDLC is a vital technology for modernizing communications in air traffic management, especially in remote areas, replacing traditional voice communications, and offering improvements in message clarity, reducing the workload of controllers and pilots, in addition to expanding airspace management capacity. The study addressed several dimensions of CPDLC by examining its impact on flight operational safety. The advantages and limitations of CPDLC are also analyzed, offering a broad view of its use in the CNS/ATM system. As part of global airspace modernization initiatives, with NextGen in the United States and Sirius in Brazil, the CPDLC represents a significant technological advancement. The study of its implementation and evolution, improved understanding the impact of technological innovation in aviation and helped identifying specific regional challenges. Reinforcing its relevance not only for the safety and efficiency of air traffic, but also for technological advancement and global standardization in aviation.*

**Keywords:** Sirius, CNS-ATM, Air Traffic Management.

## **1 INTRODUÇÃO**

A crescente complexidade e volume do tráfego aéreo global demandam sistemas de comunicação cada vez mais eficientes e mais seguros. Nesse cenário, o CPDLC (*Controller-Pilot Data Link Communications*) emerge como uma tecnologia crucial para a modernização do gerenciamento de tráfego aéreo, especialmente em regiões de alta densidade ou cobertura limitada. Ao substituir parcialmente as comunicações por voz, o CPDLC oferece uma alternativa que melhora a clareza, reduz a carga de trabalho dos controladores e pilotos, e aumenta a capacidade de gerenciamento do espaço aéreo.

Este trabalho explorou as múltiplas facetas do CPDLC, desde sua implementação e eficiência operacional, até os desafios de segurança e integração com os demais sistemas interligados. Além disso, buscou-se avaliar o impacto do sistema na segurança operacional de voo.

Foram então analisadas as vantagens e limitações do CPDLC, fornecendo uma visão abrangente de seu papel no sistema *CNS/ATM (Communications, Navigation, and Surveillance /Air Traffic Management)* e sua contribuição para um ambiente de aviação mais seguro e eficiente. Esta análise é essencial para entender como o CPDLC pode continuar a evoluir e atender às demandas de um setor em constante transformação.

O trabalho teve como objetivo principal analisar a operação do sistema CPDLC dentro do contexto do *CNS/ATM*, destacando como essa tecnologia interfere na eficiência e segurança do gerenciamento do tráfego aéreo. Já os objetivos específicos foram os seguintes:

- Analisar a eficácia do CPDLC em regiões remotas e comparar seu desempenho com sistemas tradicionais;
- Investigar os desafios e soluções na integração do CPDLC com outros sistemas existentes e compreender seu impacto na segurança operacional;
- Discutir como o CPDLC contribui para a prevenção tanto de incidentes, como de acidentes, e analisar a sua influência nos dados de segurança.

Este trabalho se justifica pela relevância do sistema CPDLC para a Segurança Aérea. Sabe-se que a segurança é uma prioridade máxima na aviação, e com a crescente complexidade do tráfego aéreo, bem como o aumento da necessidade de comunicação eficaz entre pilotos e controladores, o CPDLC oferece uma solução que pode reduzir riscos associados a falhas de comunicação por voz, a exemplo de mal-entendidos e o congestionamento de frequências.

O CPDLC tem o potencial de aumentar a eficiência do gerenciamento do tráfego aéreo ao permitir comunicações mais rápidas e precisas. Uma análise detalhada de sua implantação e operação pode revelar melhorias na eficiência operacional, contribuindo para a otimização do uso do espaço aéreo e a redução dos atrasos. Ainda como parte de iniciativas globais de modernização do espaço

aéreo, a partir da implementação do SESAR<sup>3</sup> na Europa, do NextGen<sup>4</sup> nos Estados Unidos e do Sirius<sup>5</sup> no Brasil, o uso do CPDLC representa um avanço tecnológico significativo. O estudo de sua implantação e evolução pode fornecer *insights* valiosos sobre o impacto da inovação tecnológica na aviação, além de poder ajudar na identificação de desafios regionais específicos.

Esses pontos justificam a realização de um estudo aprofundado sobre o CPDLC, destacando sua importância não apenas para a segurança e eficiência do tráfego aéreo, mas também para o avanço tecnológico e a padronização global da aviação.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

No início dos anos de 1980, a OACI (Organização da Aviação Civil Internacional) observou que o então sistema de navegação aérea não seria capaz de atender mais as necessidades da comunidade aeronáutica previstas para o século XXI. Foi então criado, em 1983, o Comitê FANS (*Future Air Navigation System*) o qual foi incumbido da tarefa de estudar, identificar, analisar e avaliar novas tecnologias e iniciativas que possibilitassem identificar soluções ou recomendações para um progressivo e coordenado desenvolvimento da navegação aérea (BRASIL, 2011).

Em 1987, o primeiro comitê FANS (*Future Aviation Navigation System*) introduziu o conceito de “*Communications, Navigation and Surveillance –CNS*” (Comunicações, Navegação e Vigilância), devido a sua amplitude e indispensável cooperação internacional, envolvendo todos os usuários dos serviços aeronáuticos (indústria, prestadores de serviços, organizações da aviação civil e usuários em geral). Anos mais tarde, a OACI estabeleceu um novo comitê, mais amplo e incumbido de desenvolver um plano global coordenado que orientasse e disciplinasse os novos meios e procedimentos denominados “CNS/ATM”

<sup>3</sup> SESAR - Single European Sky ATM Research, Rede CPDLC europeia

<sup>4</sup> NextGen – Rede CPDLC Norte Americana

<sup>5</sup> Sirius – Rede CPDLC brasileira

(*Communications, Navigation and Surveillance/Air Traffic Management*) (FAB, 2011).

No ano de 1991, na 10<sup>a</sup> Conferência de Navegação, foi oficialmente aprovado pela OACI, a concepção CNS/ATM, que foi introduzida na Comunicação Aeronáutica, pelo uso de tecnologia digital e de comandos de dados em substituição ou complementação das comunicações feitas por voz (DECEA, 2021).

Além disso, na Navegação Aeronáutica, começou a ser utilizada a navegação satelital (GNSS - *Global Navigation Satellite Systems*), que trouxe consigo o conceito de Navegação Baseada em Performance (PBN - *Performance Based Navigation*) (ANAC, 2024). Na vigilância Aeronáutica, a Tecnologia ADS (*Vigilância Dependente Automática*) começou também a ser usada em complemento ou/em substituição ao sistema radar. O recurso MLAT (Multilateração), por sua vez, passou a ser usado em complemento ou substituição ao complemento do sistema Radar e ADS, ainda, em cenários específicos (FAB, 2011).

Em 2005, foi criado o Conceito Operacional ATM Global (GATMOC) pela OACI e publicado no Doc. 9854, fornecendo a visão e a orientação para que se buscasse a migração do ambiente de tráfego aéreo para o de sistema de gerenciamento de tráfego aéreo baseado em performance, integração e colaboratividade (DECEA, 2021). Foram então estendidos ao Controle/Gerenciamento de Tráfego Aéreo esses novos recursos, que tiveram o prazo de implementação definido em três fases, sendo elas, respectivamente, Fase 1 – curto prazo, até 2010; Fase 2, médio prazo, de 2011 até 2015 e Fase 3, de longo prazo, de 2016 até 2020. Esses prazos foram necessários para a aplicação de processos e capacidades, do ATM global que se deu em função do surgimento e amadurecimento de tecnologias e processos novos, assim como a necessidade de requisitos operacionais futuros (DECEA, 2021).

No Brasil, foi criado o Programa de Implementação do ATM (*Air Traffic Management*) Nacional, e várias iniciativas tiveram início antes mesmo de sua aprovação, sendo elas baseadas na identificação de requisitos operacionais do

SISCEAB<sup>6</sup>, já havendo, até mesmo, disponibilidade de tecnologia adequada e a alocação de verba necessária para a realização dessas iniciativas. A este respeito, podemos citar a criação do CGNA (Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea) e a implementação da tecnologia de Vigilância Aérea ADS-C (*Automatic Dependent Surveillance - Contract*), com importante incremento de segurança e de fluxo de tráfego aéreo evoluindo na FIR Atlântico (Região de Informação de Voo Atlântico) (FAB, 2011).

A aplicação desse conceito, em conjunto com o “Manual sobre Requisitos de Sistema ATM” e o “Manual sobre Performance Global do Sistema de Navegação Aérea”, respectivamente Doc 9882 e 9883, trouxe profundas e marcantes alterações na forma de prover os serviços de navegação focando na importância da infraestrutura de Navegação e Vigilância, além da necessidade de aplicação de conhecimentos relativos aos fatores humanos. (DECEA, 2021).

Em paralelo, tem sido realizado no Brasil um trabalho contínuo no aperfeiçoamento do SISCEAB, com a participação do Comitê FANS e dos grupos de trabalhos e painéis regionais e global, fazendo com que o país desenvolva planejamentos alinhados aos conceitos acordados nos fóruns da OACI (ICAO, 2022). O resultado desse processo foi a publicação, em 2010, da DCA<sup>7</sup> 351-1 “Política da Aeronáutica para o Controle do Espaço Aéreo”, em 2011, da DCA 351-2 “Concepção Operacional ATM Nacional”, e em 2012, o PCA 351-3 “Plano de Implementação ATM Nacional”.

Para que as premissas do Conceito Operacional ATM Global fossem atendidas, a OACI apresentou vários aperfeiçoamentos no processo de planejamento mundial, sendo o mais significativo a metodologia de Evolução por Blocos do Sistema de Aviação, que foi publicada na 4ª Edição do GANP (Plano Global de Navegação Aérea) em 2013, tendo recebido aprimoramentos contínuos desde então (DECEA, 2021).

Estes documentos contribuíram de forma significativa para a manutenção de um sistema de navegação aérea seguro e eficiente, alinhado com

<sup>6</sup> SISCEAB – Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro

<sup>7</sup> DCA - Diretriz do Comando da Aeronáutica

os preceitos de interoperabilidade mundial e continuamente apto a atender as necessidades dos usuários do espaço aéreo de responsabilidade do Brasil, possibilitando o uso da navegação satelital (GNSS) como fixos de Navegação (WPT, *Way-Point*) em substituição progressiva aos procedimentos NDB<sup>8</sup>, VOR<sup>9</sup> e ILS<sup>10</sup>, além da utilização da tecnologia RNP (*Required Navigation Performance*) e RNAV, no conceito de Navegação Baseada em Performance (PBN – *Performance Based Navigation*) (ANAC, 2024).

Podemos ainda citar como benefício o aumento da segurança por meio de procedimentos com descida contínua e estabilizada com guia vertical, gerando uma grande redução nos casos de voo controlado até o terreno (CFIT) (DECEA, 2018).

Tudo isso permite uma redução das distâncias e do tempo de voo, por conta das trajetórias otimizadas, não dependendo de auxílios em solo, o que, por conseguinte, gera economia de combustível e redução nos impactos ambientais pela consequente redução de emissões de CO<sub>2</sub> (DECEA, 2018).

A melhoria das trajetórias de chegada ao espaço aéreo e aos aeroportos, em qualquer condição meteorológica, ainda que adversa, evitando-se também o relevo, por meio de trajetórias RNAV e/ou RNP, tem como consequência a redução dos mínimos operacionais. Em consequência, procede-se a uma redução da carga de trabalho dos pilotos e dos controladores de tráfego aéreo, uma vez que as navegações RNAV e/ou RNP reduzem a necessidade de vetoração do radar, reduzindo também o tempo de uso da comunicação entre piloto e controle (DECEA, 2018).

### 3 METODOLOGIA

Este é um estudo bibliográfico e documental, com metodologia de natureza básica e descritiva. Para a revisão bibliográfica, utilizou-se os periódicos

---

<sup>8</sup> NDB - Non-Directional Beacon

<sup>9</sup> VOR - very high frequency omnidirectional range

<sup>10</sup> ILS - instrument landing system

CAPES, através do acesso CAFe, com o descritor CPDLC, publicados entre os anos de 2011 e 2024, nas áreas multidisciplinar e das Ciências Exatas.

Para a parte documental, foram utilizados materiais publicados nos sites da Agência Nacional da Aviação Civil (ANAC), do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e a da Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO). Inicialmente, buscou-se apresentar o cenário da aviação e os estudos feitos pelos organismos internacionais de serviços de tráfego aéreo, almejando-se fazer frente às demandas verificadas.

Introduziu-se, então, o conceito do CPDLC e sua importância no gerenciamento de tráfego aéreo, bem como a relevância do foco em segurança, a partir da análise de documentos e relatórios de segurança. O método de análise utilizado foi a análise de conteúdo, de forma a compreender como a implantação do CPDLC colabora com a eficiência do gerenciamento e segurança de tráfego aéreo.

#### 4 DESENVOLVIMENTO

O CPDLC é um sistema de comunicação digital utilizado entre controladores de tráfego aéreo e pilotos. Ao invés de depender exclusivamente de comunicações por voz via rádio, o sistema permite a troca de mensagens textuais padronizadas, aumentando a eficiência e a clareza das comunicações (BRASIL, 2020).

Para o uso do CPDLC, a referência é o MCA<sup>11</sup> 100-23 do DECEA, em que essas mensagens podem ser fechadas ou abertas, a depender do contexto. Quando abertas, as mensagens podem ser de texto livre ou padronizadas, com alguns campos de edição.

Como vantagens do uso desse método, é possível citar o incremento de segurança e eficiência, tendo em vista que o uso das frequências de rádio HF (*High*

<sup>11</sup> MCA – Manual do Comando da Aeronáutica

R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 4, n. 4, p. 219-235, set/dez. 2024.

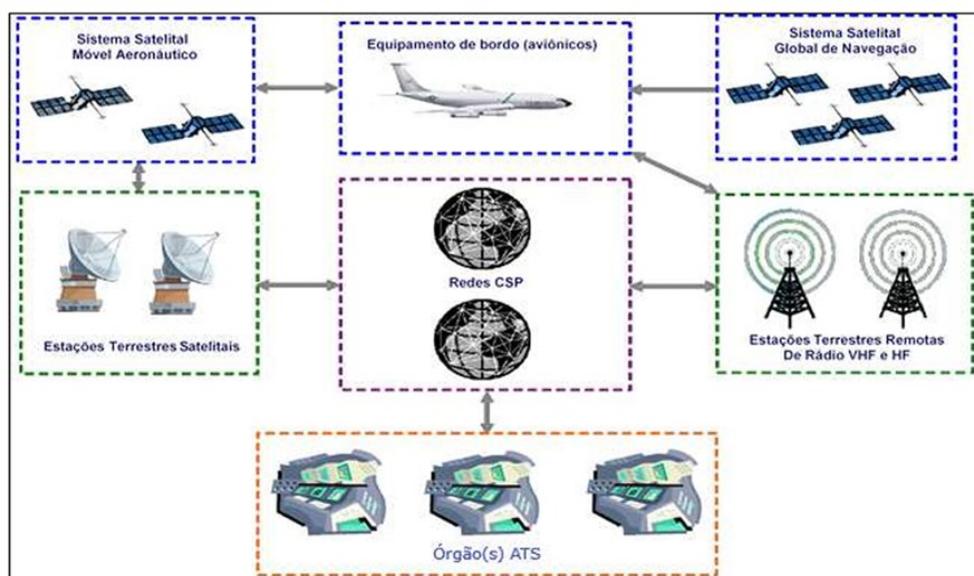
Frequency) e VHF (Very High Frequency), podem ser bem ruidosos, o que pode causar desentendimento e a necessidade de repetir a mensagem (DECEA, 2020).

O documento apresenta também, como exemplo de suas vantagens, a melhoria da comunicação pela redução de congestionamento dos canais de voz, aumento da capacidade de revisão das mensagens, redução de erros em autorizações de rota ou instrução com mensagens recebidas. Além disso, é bastante factível seu potencial de contribuição para o aumento da capacidade do espaço aéreo. Uma vez que a comunicação tem maior alcance, com o uso do enlace de dados, são melhorados a vigilância, o monitoramento de conformidade em rota e a comunicação (BRASIL, 2020).

Deve-se ressaltar que, nas situações críticas de voo, a comunicação via CPDLC, não deverá ser usada, já que nessa fase pode ser exigida uma certa brevidade na resposta. Esse serviço é iniciado com a solicitação de Logon, um processo no qual o órgão de ATS (Air Traffic System) instrui o sistema da aeronave a enviar uma solicitação de logon direcionado a um órgão de ATS (DECEA, 2020).

Todas as aeronaves com capacidade de enlace de dados têm capacidade de enlace VHF, mas nem todas as aeronaves tem acesso a enlace satelital e/ou HF (BRASIL, 2020). A este respeito, a Figura 1 ilustra com clareza esse cenário:

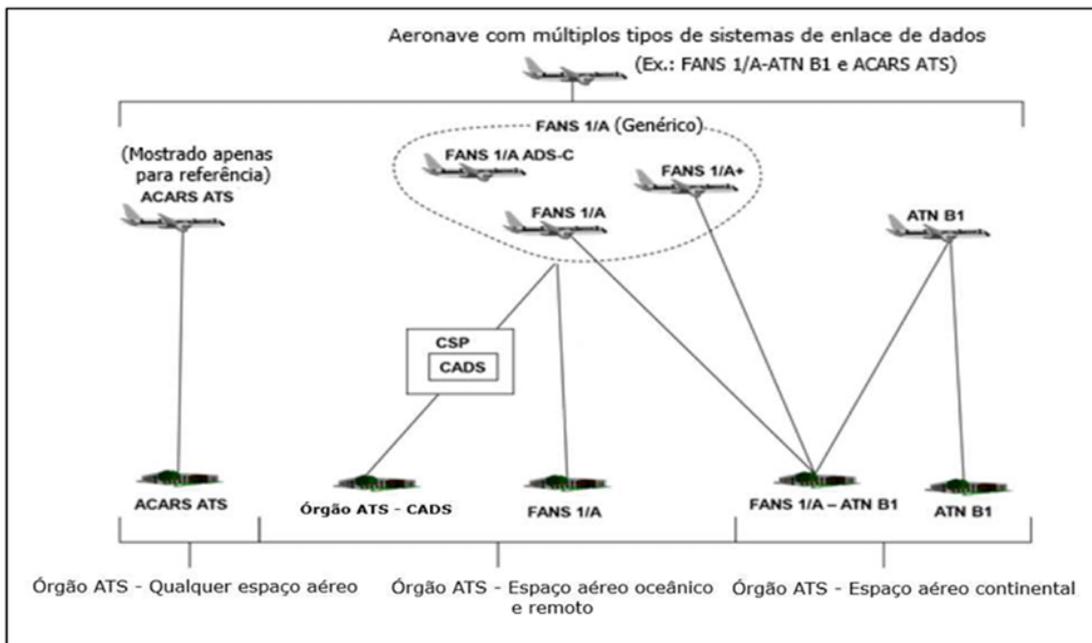
Figura 1 - Visão generalista do enlace de dados



Fonte: (BRASIL, 2020).

A seguir, a Figura 2 exemplifica os diferentes sistemas de órgãos ATS e de aeronaves que são interoperáveis, atribuindo um designador para cada tipo de órgão ATS e sistema de enlace de dados das aeronaves:

Figura 2 - Interoperabilidade entre os sistemas CPDLC de Órgãos ATS e aeronaves



& Ciências & Aeronáuticas

Fonte: (BRASIL, 2020).

ISSN 2763-7697

Já a Figura 3 traz uma rápida descrição de cada tipo de sub-rede que suporta os diferentes tipos de sistemas possibilitando identificar os padrões de interoperabilidade aplicáveis:



Figura 3 - Sub-redes

Designador	Descrição do designador	Padrão(ões) Aplicável(eis)
VDL M0/A	Enlace de dados de frequência muito alta– modo 0/A	ARINC 618-6 (INTEROP) para protocolo ar/solo
VDL M2	Enlace de dados de frequência muito alta – modo 2	a) Anexo 10 à CACI, Vol. III; b) Documento 9776 (OACI); c) RTCA DO-224C (MASPS); e d) ARINC 631-6 (INTEROP).
HFDL	Enlace de dados de frequência alta	a) Anexo 10 à CACI, Vol. III; b) Documento 9741 (OACI); c) RTCA DO-265 (MASPS); e d) ARINC 753-3 (INTEROP).
SATCOM (Inmarsat)	Comunicações satelitais com uso da constelação Inmarsat	a) Anexo 10 à CACI, Vol. III; b) Documento 9925 (OACI); c) RTCA DO-270 (MASPS); e d) ARINC 741P2-11 (INTEROP).
SATCOM (Iridium)	Comunicações satelitais com uso da constelação Iridium	a) Anexo 10 à CACI, Vol. III; b) Documento 9925 (OACI); c) RTCA DO-270, Mudança 1 (MASPS); e d) ARINC 741P2-11 (INTEROP).

Fonte: (BRASIL, 2020).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os serviços por enlace de dados fornecem comunicações que são destinadas a possibilitar um gerenciamento de tráfego aéreo mais eficiente, ao contribuir para um aumento significativo da capacidade do espaço aéreo. Além disso, em um espaço aéreo onde a separação convencional é aplicada, os serviços por enlace de dados melhoram as comunicações, a vigilância e o monitoramento de conformidade da rota para suportar as capacidades operacionais que possibilitam, dentre outros benefícios, separações reduzidas e melhor gerenciamento de desvios de formações meteorológicas (DECEA, 2021).

O sistema de enlace de dados FANS 1/A (incluindo o FANS 1/A+, FANS 1/A ADS C e FANS 1/A-ATN B1) depende da rede ACARS, a qual é fornecida e mantida por vários prestadores de serviço de comunicação. A rede ACARS evoluiu a partir da necessidade de troca de mensagens entre uma aeronave e seu AOC, que é constituído, principalmente, de sub-redes VHF (VDL<sup>12</sup> M0/A e VDL M2) e

<sup>12</sup> VDL – Very High Frequency Data Link

satelitais, mas também inclui a sub-rede HFDL<sup>13</sup>. As características de performance de cada sub-rede variam e seu uso para o ATC dependerá da performance requerida para a operação planejada (DECEA, 2020).

O sistema de enlace de dados ATN B1 se apoia na rede de telecomunicação aeronáutica (ATN), a qual é fornecida e mantida por vários prestadores de serviço de comunicação (CSP) e/ou PSNA<sup>14</sup>. A rede ATN foi desenvolvida pela OACI para apoiar a necessidade de comunicações ATS. A rede ATN se apoia apenas no VHF (VDL M2) para concordar com a performance exigida para as operações desejadas (DECEA, 2020).

O logon é o primeiro passo no processo de enlace de dados. Um logon, iniciado pela tripulação de voo ou por outro órgão ATS, é feito antes do órgão ATS estabelecer uma conexão ADS-C. O objetivo do logon é fornecer ao órgão ATS a aplicação de enlace de dados da aeronave, com o objetivo principal de obter a identificação da aeronave e as aplicações por enlace de dados ATS suportadas pelo sistema da aeronave, para a partir daí, fornecer ao órgão ATS a informação da aeronave relevante exigida para permitir que o órgão ATS correlacione a informação de logon com o plano de voo correspondente da aeronave (ANAC, 2023).

Esta correlação garante que a identificação da aeronave, na solicitação do logon, se associe com o Item 7 do plano de voo relacionado, e com pelo menos um registro da aeronave ou com o endereço da aeronave fornecido, bem como utilize apenas a informação contida na parte da mensagem de solicitação de logon, que está protegida pela verificação de redundância cíclica (CRC). Uma solicitação de logon inicial é necessária quando a aeronave não tem uma conexão ADS-C (ANAC, 2023).

Depois de receber uma solicitação de logon, o órgão ATS necessitará estabelecer contrato(s) ADS com a aeronave antes que ele possa receber qualquer reporte ADS-C. (ANAC, 2023).

<sup>13</sup> HFDL - *High Frequency Data Link*

<sup>14</sup> PSNA – Prestador de Serviço de Navegação Aérea

Nesse sentido, há três tipos de contratos ADS: 1. O contrato periódico, que permite um órgão ATS especificar o intervalo de tempo no qual o sistema da aeronave envia um reporte ADS-C; 2. O contrato de demanda, no qual permite-se que um órgão ATS atualize as informações do reporte periódico ADS-C, quando necessário; e 3. O contrato de evento, que permite a um órgão ATS solicitar automaticamente um reporte ADS-C sempre que um evento específico ocorra. Um órgão ATS pode estabelecer apenas um evento de contrato com uma aeronave a qualquer momento. Entretanto, o contrato de evento pode conter múltiplos tipos de evento (ICAO, 2016).

O sistema da aeronave envia dados específicos da aeronave em diferentes grupos de um reporte ADS-C. Cada grupo contém diferentes tipos de dados. Um reporte de evento ADS-C contém apenas alguns dos grupos dos quais são fixos. O reporte periódico ADS-C pode conter qualquer um dos grupos ADS-C, dos quais o órgão ATS especifica na solicitação de contrato (DECEA, 2020).

Os controladores devem ter conhecimento das ferramentas de automatização ATS e das operações de enlace de dados. Se uma performance navegacional reportada em FOM (Figura de Mérito) está sendo usada e uma mudança ao valor FOM é observado, o controlador deve procurar a clarificação da tripulação de voo quanto à extensão de qualquer degradação navegacional (DECEA, 2020).

A tripulação de voo deve avisar o ATS sempre que constatada a performance da aeronave abaixo do nível exigido para o espaço aéreo relacionado, e nos casos em que a degradação reportada venha afetar a separação mínima que está sendo aplicada no momento. Nesse caso, o controlador deve tomar as medidas para estabelecer outro tipo de separação apropriado (ANAC, 2024).

Para aeronaves ADS-C, o órgão ATS deve basear a prestação do serviço de alerta em qualquer reporte programado perdido, ou seja, fornecido pelo contrato periódico ou pelo contrato de evento de *waypoint*. Quando um órgão ATS

que não tem responsabilidade de controle pela aeronave receber uma indicação de uma emergência ADS-C, ela deve coordenar com a autoridade em controle para garantir que recebeu o reporte de emergência (ICAO, 2016).

No evento de uma falha de logon de uma aeronave no espaço aéreo de um órgão ATC, ou se aproximando dele e quando um plano de voo estiver disponível, o órgão ATC deve verificar se a identificação da aeronave e o registro ou endereço da aeronave, bem como outros detalhes contidos na solicitação de inicialização *data link*, correspondem a detalhes do plano de voo (DECEA, 2020).

## 6 CONCLUSÕES

Em 1991, durante a 10ª Conferência de Navegação, a OACI, depois de oito anos de estudos, apresenta à comunidade aeronáutica o conceito de CNS/ATM, dando início à revolução dos meios de comunicação, navegação e vigilância (DCEA, 2021).

Vinte e dois anos após a criação do Comitê FANS, e quatorze anos após a 10ª Conferência de Navegação, foi apresentado o conceito ATM Global (GATMOC) com o intuito de migrar o ambiente de tráfego aéreo para o conceito de sistema de gerenciamento do tráfego aéreo baseado em performance, sendo ele integrado e colaborativo (ICAO, 2005).

Já no contexto da realidade brasileira, no enquadramento do GATMOC, foi criada a ATM Nacional, visando identificar os requisitos operacionais com a tecnologia disponível, além de criar o CGNA e a implementação do ADS-C (FAB, 2018). O Brasil, estando em sintonia com a OACI através dos grupos de trabalhos e dos painéis regionais e globais, tem criado legislações específicas em concordância com os conceitos de ATM Global e Nacional. Importante ressaltar que todas essas novas tecnologias e conceitos têm como objetivo garantir um nível de segurança superior ao até então existente (ICAO, 2022).

A partir disso, o trabalho permitiu afirmar que o CPDLC é uma evolução da comunicação que complementou a utilização de voz na comunicação aeronáutica, trazendo como vantagem a redução de ruídos provenientes dos

rádios durante as várias fases do voo, reduzindo o estresse da tripulação e aumentando o nível de concentração (DECEA, 2021).

Também foi possível perceber o êxito da utilização do sistema em áreas remotas, como nos voos transoceânicos. No caso da realidade brasileira, os voos transatlânticos tinham uma zona de sombra radar e de comunicação bem grande, e atualmente é possível visualizar e se comunicar com as aeronaves através dessas mensagens de texto (FAB, 2018). No entanto, tem-se por aspectos negativos a recomendação da não utilização do CPDL em fases críticas de voo, uma vez que nesses casos pode ser necessário uma comunicação contínua e com uma certa brevidade entre a aeronave e o órgão ATC para a coordenação das ações para solução desse imprevisto (DECEA, 2020).

Nota-se, ainda, que o projeto, a concepção e a implementação do CPDLC no Brasil foi escalonado e planejado antes de cada passo (FAB, 2011). A primeira implementação, na FIR Atlântico, teve como objetivo principal atender o tráfego aéreo internacional entre o continente Sul Americano, Europeu e o Africano, em uma área onde até mesmo os rádios HF não tinham o alcance adequado, gerando uma grande área de sombra de comunicação ou mensagens com baixa clareza que culminavam no desentendimento e na emissão de mensagens ininteligíveis (DECEA, 2021).

Outro ponto aspecto importante é que a interoperabilidade das redes CPDLC com outras redes, como as HF, VHF e satelitais, aumentaram significativamente a redundância e êxito em implementar uma comunicação entre o controlador e o piloto (FAB, 2018). Atualmente, o sistema conta com cinco sub-redes de CPDLC, cada uma delas com sua peculiaridade para que, juntas, possam ter um funcionamento otimizado, uma vez que é possível mixar as redes disponíveis (ANAC, 2023).

Portanto, visando-se o aumento da segurança mediante a comunicação tradicional, a aeronave ao iniciar a conexão CPDLC faz uma solicitação de logon com o órgão ATS, utilizando o campo *Aircraft Ident* do Plano de voo ou o endereço da aeronave fornecido e utiliza apenas informações contidas dentro do trecho de mensagem de logon, sendo essa protegida via verificação de redundância cíclica.

Porém, essa solicitação de logon inicial só é necessária quando a aeronave é desprovida de ADS-C (ICAO, 2016).

Neste cenário, o uso da tecnologia de enlace de dados proporcionou uma comunicação sem ruídos e interferências, sendo observado a sua alta performance e confiabilidade devido ao uso de satélites nesta nova forma de comunicação (FAB, 2018). Após a implementação na FIR Atlântico, e a verificação do sucesso do método, aconteceu a expansão da área de cobertura do sistema, para a área terrestre, nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, visando suprir lacunas de comunicação e vigilância nestas áreas, em apoio às aeronaves oriundas das Américas do Norte e Central (DECEA,2021).

Atualmente, pode-se utilizar ainda a navegação satelital em substituição a navegação NDB e VOR, obtendo um acréscimo significativo à segurança de voo e redução da carga de trabalho em voo (DECEA, 2018).

## REFERENCIAS

**ANAC.** Instrução Suplementar 91-001, Revisão 1 – Aprovação operacional de navegação baseada em desempenho (PBN). Brasília, 2024.

**ANAC.** Instrução Suplementar 91-010, Revisão B – Procedimentos para autorização do uso de comunicação por enlace de dados controlador-piloto (CPDLC) e de vigilância dependente automática-contrato (ADS-C). Brasília, 2023.

**Departamento de Controle de Espaço Aéreo.** Circular de Informação Aeronáutica (AIC) 41/17. Implementação Operacional do Conceito de Navegação Baseada em Performance (PBN) no Espaço Aéreo Brasileiro. Rio de Janeiro, 2018.

**Departamento de Controle de Espaço Aéreo.** Diretriz do Comando da Aeronáutica 351-2. Concepção Operacional ATM Nacional. Rio de Janeiro, 2021.

**Departamento de Controle de Espaço Aéreo.** FAB inaugura Projeto LANDELL – a CPDLC Continental. Disponível em: <[https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg\\_noticia&materia=decea-inaugura-projeto-landell-a-cpdlc-continental](https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=decea-inaugura-projeto-landell-a-cpdlc-continental)>. Acesso em: 08/10/2024.

**Departamento de Controle de Espaço Aéreo.** MCA 100-20 - “Procedimentos Operacionais para o uso de Vigilância Dependente Automática-Contrato (ADS-C) no ATS”. Rio de Janeiro, 2020.

**Departamento de Controle do Espaço Aéreo.** MCA 100-23 - “Procedimentos Operacionais para o uso de Comunicação por Enlace de Dados Controlador-Piloto (CPDLC)”. Rio de Janeiro, 2020.

**Força Aérea Brasileira.** DECEA define ações para operação da comunicação por enlace de dados. 2018. Disponível em: <<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/32213/>>. Acesso em: 07/10/2024.

**Força Aérea Brasileira.** Entende o conceito CNS/ATM. Disponível em: <<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/8543/>>. 2011. Acesso em: setembro de 2024.

**ICAO.** Doc 10037 – Global Operational Data Link Document (GOLD). 2016. [S.I.]: International Civil Aviation Organization. Disponível em: [https://www.icao.int/APAC/Documents/edocs/GOLD\\_2Edition.pdf](https://www.icao.int/APAC/Documents/edocs/GOLD_2Edition.pdf). Acesso em: 19/09/2024.

**ICAO.** Doc 9854 – Global Air Traffic Management Operational Concept. 2005. [S.I.]: International Civil Aviation Organization. Disponível em: <[https://www.icao.int/Meetings/anconf12/Document%20Archive/9854\\_cons\\_en%5B1%5D.pdf](https://www.icao.int/Meetings/anconf12/Document%20Archive/9854_cons_en%5B1%5D.pdf)>. Acesso em: 18/09/2024.

**ICAO.** Implementation of CPDLC in the Brazil Continental Airspace. Disponível em: <[https://www.icao.int/SAM/Documents/2022-RLA06901-SAMIG28/SAMIG28\\_IP5.3%20CPDLC%20Implementation%20in%20Brazil.pdf](https://www.icao.int/SAM/Documents/2022-RLA06901-SAMIG28/SAMIG28_IP5.3%20CPDLC%20Implementation%20in%20Brazil.pdf)>. Acesso em: 08/10/2024.

