

**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**  
**CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA**

**2009/2010**



**TII**

**DOCUMENTO DE TRABALHO**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA.**

**OS "TACTICAL DATA LINK"  
NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA"**

**Jorge Manuel do Nascimento Alves**  
**Major TODCI**



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**OS "TACTICAL DATA LINK"  
NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA**

**Major TODCI Jorge Manuel do Nascimento Alves**

Trabalho de Investigação Individual CPOS/FA – 2009/2010

Lisboa 2010



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**OS "TACTICAL DATA LINK"  
NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA**

**Major TODCI Jorge Manuel do Nascimento Alves**

Trabalho de Investigação Individual CPOS/FA – 2009/2010

Orientador:  
Tenente-coronel Navegador António Luís Beja Eugénio

Lisboa 2010



## Agradecimentos

Agradeço à Major Ana Jorge e ao Major Fernando Cavaco, que para além de fontes inesgotáveis de informação, capacidade crítica e objectividade, me deram o seu apoio total e amizade incondicional.

Aos Tenentes-coronéis Mário Santos e Alberto O'Neill pela ajuda disponibilizada na recolha de informação necessária à elaboração deste trabalho.

Ao Tenente-coronel António Eugénio pela orientação prestada.

Ao Major António Malhão, companheiro de caminho neste percurso, pela amizade, apoio e conselhos sempre prontos e assertivos.

Pela privação de que foram alvo, embora nunca esquecidos, agradeço particularmente ao Diogo e ao Nuno pela compreensão e dedicação demonstrada.

Por último à minha esposa por, mais uma vez, compreender e aceitar que a minha disponibilidade para a família teve que ficar aquém do desejado. Por saber ser o farol, o muro das lamentações e a "musa" motivadora ao longo destes vinte anos.



*“War is the realm of uncertainty; three quarters of the factors on which action in war is based are wrapped in a fog of greater or lesser uncertainty (...). The commander must work in a medium which his eyes cannot see; which his best deductive powers cannot always fathom; and with which, because of constant changes, he can rarely become familiar.”*

*Carl von Clausewitz*



## Índice

Introdução .....	1
1. A exploração dos <i>Tactical Data Link</i> .....	3
a. Caracterização dos Sistemas TDL.....	4
b. Os TDL no C2 da FAP .....	6
(1) Os TDL no POACCS .....	7
(2) Os TDL no futuro ACCS.....	8
c. Os TDL nas Plataformas FAP .....	9
(1) F16.....	9
(2) P-3C CUP +.....	9
(3) EH101 MERLIN .....	10
2. Interoperabilidade entre os TDL.....	10
a. O conceito de interoperabilidade.....	11
b. Modelos de interoperabilidade .....	12
c. Níveis de interoperabilidade dos sistemas FAP .....	13
d. Dificuldades identificadas .....	16
e. Perspectivas de resolução .....	17
3. Contributo dos TDL na capacidade de Comando e Controlo da FAP.....	18
a. Conceito de Comando e Controlo. ....	18
b. O sistema de Comando e Controlo da FAP (POACCS).....	20
c. O contributo específico dos TDL .....	21
Conclusão .....	23
Bibliografia.....	27
Anexo A - Caracterização dos TDL .....	A-1
Anexo B - Sensores e Sistemas de comunicação do F-16 MLU-M5 .....	B-1
Anexo C - Sensores e Sistemas de comunicação do P-3C CUP+ .....	C-1
Anexo D - Sensores e Sistemas de comunicação do EH-101 MERLIN .....	D-1
Anexo E - Modelo NMI .....	E-1
Anexo F - Modelo LISI .....	F-1



## Índice de Figuras

Figura 1 - Modelo LIS .....	13
Figura 2 - Ligações ao Sistema POACCS .....	14
Figura 3 - Conceito de Comando e Controlo.....	20
Figura 4 - Modelo LISI.....	F-1
Figura 5 - Domínios de interoperabilidade.....	F-1
Figura 6 - Níveis de Interoperabilidade .....	F-2

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Modelo NMI.....	12
Tabela 2 - Níveis de interoperabilidade aplicando o modelo NMI .....	15
Tabela 3 - Níveis de interoperabilidade aplicando o modelo LISI.....	16
Tabela 4 - Caracterização dos TDL .....	A-1
Tabela 5 - Sensores do F-16 MLU-M5 .....	B-1
Tabela 6 - Sistemas de Comunicação do F-16 MLU M5 .....	B-1
Tabela 7 - Sensores do P-3C CUP + .....	C-1
Tabela 8 - Sistemas de Comunicação do P-3C CUP+.....	C-1
Tabela 9 - Sensores do EH-101 .....	D-1
Tabela 10 - Sistemas de Comunicação do EH-101 .....	D-1



## Resumo

Sendo amplamente reconhecido que nos campos de batalha modernos existe um aumento sem precedentes do volume de informação que é necessária processar para suportar o planeamento operacional e as decisões em combate, os sistemas automáticos de transmissão de dados são considerados a chave para o sucesso.

Para a Força Aérea Portuguesa estes sistemas revelam-se de primordial importância para que possa cumprir os desígnios da Defesa Nacional, bem como com as obrigações assumidas por Portugal no âmbito da *North Atlantic Treaty Organization* (NATO).

A presente investigação pretende avaliar como é efectuada a exploração dos *Tactical Data Link* (TDL) que a Força Aérea possui, no que diz respeito à sua interoperabilidade e capacidade de interacção entre as plataformas operadas e a sua influência no Sistema de Comando e Controlo Aéreo de Portugal.

O estudo tem em consideração que, presentemente, decorre a extensão deste sistema ao Arquipélago da Madeira e que, simultaneamente, decorrem os planos para a sua substituição pelo novo sistema de Comando e Controlo da NATO denominado ACCS.

As conclusões apresentadas demonstram que a Força Aérea efectua uma exploração dos sistemas TDL ao nível das suas congéneres dos países que integram a NATO e debate-se com os mesmos desafios no que concerne à interoperabilidade dos sistemas.

Em termos meramente nacionais, as conclusões apresentadas demonstram ainda que a Força Aérea tem efectuado boas opções no que toca ao apetrechamento das suas plataformas com capacidades TDL, exceptuando-se o sistema de armas EH-101 que, devido à natureza da missão que desempenha, tinha toda a vantagem que estivesse equipada com capacidade de *Link 16*.



## **Abstract**

Being widely known that in modern battlefields, there is an unprecedented increase of the volume of information, which is necessary to process to support the operational planning and the combat decisions, the automatic systems of data transmission are being considered the key factor

For the Portuguese Air Force these systems are proving to be of paramount importance that can fulfill the wishes of National Defense and with the obligations assumed by Portugal in the North Atlantic Treaty Organization (NATO).

The present research intends to evaluate the way the Tactical Data Link (TDL) belonging to the Air Force is being used, concerning the interoperability and interaction capability among the platforms in operation and its influence in the Portuguese Air Command and Control System.

The study takes into account that the extension of this system to the Madeira Islands is taking place and simultaneously there are plans for its substitution by the new NATO system called ACCS.

The conclusions presented show that the Portuguese Air Force uses the TDL systems in the same way as the Air Forces of the other countries, which are part of the Atlantic Treaty (NATO), and faces the same challenges in what concerns the interoperability of the systems.

At national level, the conclusions also show, good options have been taken concerning the equipment of the platforms with TDL capabilities, except for the weapon system EH-101 which, due to the nature of the mission it fulfills, should be equipped with Link 16 capability.



**Palavras-chave**

COMANDO E CONTROLO, EXPLORAÇÃO, INTEROPERABILIDADE,  
*TACTICAL DATA LINK.*



### Lista de abreviaturas

ACCS	- Air Command and Control System
ADEXP	- ATC Data Exchange Presentation
ADGE	- Air Defense Ground Environment
AEW	- Airborne Early Warning
AO	- Área de Operações
ASTERIX	- All purpose Structured EUROCONTROL Radar Information Exchange
ATC	- Air Traffic Control
ATDL	- Army Tactical Data Link
ATS	- Air Traffic Services
AWACS	- Airborne Early Warning and Control System
AWCIES	- ACCS-Wide Common Information Exchange Standard
Bi-SC	- Bi-Strategic Command
C2	- Comando e Controlo
C3	- Comando, Controlo e Comunicações
C4I	- Comando, Controlo, Comunicações, Computadores e Informações
CAOC	Combined Air Operation Center
CEDN	- Conceito Estratégico de Defesa Nacional
CLAFA	- Comando da Logística da Força Aérea
CRC	- Control and Reporting Centre
CSER	- Conference on Systems Engineering Research
CSI	- CRC System Interface
CSI/SC	- CRC System Interface Support Conference
CUP+	- Capability Upkeep Program
DEP	- Direcção de Engenharia e Programas
DGAIED	- Direcção-Geral de Armamento e Infra-Estruturas de Defesa (do MDN)
DL	- Decreto-Lei
DLIP	- Data Link Interface Processor
DoD	- Department of Defense
ECM	- Electronic Counter Measures
EEIN	- Espaço Estratégico de Interesse Nacional
EPM	- Electronic Protective Measures



EUA	- Estado Unidos da América
EW	- Electronic Warfare
FAP	- Força Aérea Portuguesa
G/A/G	- Ground-Air-Ground
G/M	- Ground-Maritime
HF	- High Frequency
ISR	- Intelligence, Surveillance and Reconnaissance
JTIDS	- Joint Tactical Information Distribution System
LECIP	- Life Extension and Capabilities Improvement Program (P-3P)
LISI	- Level of Information Systems Interoperability
LVT	- Low Volume Terminal
MDN	- Ministério da Defesa Nacional
MIDS	- Multifunctional Information Distribution System
MLU	- Mid-Life Upgrade
MPA	- Maritime Patrol Aircraft
NAEW	- NATO Airborne Early Warning
NAMSA	- NATO Maintenance and Supply Agency
NATINADS	- NATO Integrated Air Defense System
NATO	- North Atlantic Treaty Organization
NC3TA	- NATO <i>Consultation, Command and Control (C3) Technical Architecture</i>
NMI	- NATO C3 Technical Architecture Reference Model for Interoperability
POACCS	- Portuguese Air Command and Control System
POMBAL	- Portuguese Maritime Buffer and AEW Link
RAP	- Recognized Air Picture
RASP	- Recognized Air and Sea Picture
SA	- Situational Awareness
SAM	- Surface-to-Air Missile
SIFICAP	- Sistema Integrado de Fiscalização e Controlo da Pesca
SIMCA	- Sistema de Mando y Control Aereo (Espanha)
SINGARS	- Single-Channel Ground-Air Radio System
SOF	- Standby Operational Facility
SOP	- Standing Operating Procedures
SSSB	- Ship-Shore-Ship Buffer



STANAG	- NATO Standardization Agreement
STRIDA	- Système de Traitement et de Représentation des Informations de Défense Aérienne
TCDL	- Tactical Common Data Link
TDL	- Tactical Data Link
UHF	- Ultra High Frequency
VHF	- Very High Frequency
WAN	- Wide Area Network



## Introdução

A defesa do Território Nacional inclui a preservação da integridade do espaço aéreo nacional, pelo que, a vigilância, controlo e protecção das linhas de comunicação desse espaço bem como do espaço interterritorial é de vital importância estratégica no que concerne ao Interesse Nacional. Este imperativo está amplamente reconhecido no Conceito Estratégico de Defesa Nacional (CEDN).<sup>1</sup>

Para cumprir os desígnios da Defesa Nacional, bem como com as obrigações assumidas por Portugal no âmbito da *North Atlantic Treaty Organization* (NATO), a Força Aérea Portuguesa (FAP) integra o *NATO Integrated Air Defense System* (NATINADS) através do denominado *Portuguese Command and Control System* (POACCS).

A estrutura NATINADS<sup>2</sup> tendo como base de funcionamento para troca da informação os denominados *Tactical Data Link* (TDL), resulta do reconhecimento, ao mais alto nível dos comandos NATO, que o campo de batalha moderno sendo complexo e dinâmico, obriga ao processamento de um cada vez maior volume de informação para suporte do planeamento e da tomada de decisão das operações de combate e de que "(...) a interoperabilidade entre os níveis táticos, operacionais e estratégicos são a chave para o sucesso" (AC/322-N/0638: 1-1).

Tal como a NATO, a FAP encontra-se actualmente num ponto de viragem da sua história. Actualmente em termos NATO, decorre a actualização da estratégia de migração dos TDL, que visa a harmonização dos sistemas táticos dos países da Aliança com o objectivo de atingir maiores níveis de interoperabilidade e integração. Paralelamente, encontra-se em curso a substituição dos sistemas de Comando e Controlo (C2) dos países NATO pelo sistema *NATO Air Command and Control System* (ACCS).

Em termos nacionais, encontra-se a decorrer a extensão do POACCS ao Arquipélago da Madeira e, simultaneamente, decorrem os planos para a sua substituição pelo ACCS prevista para Julho de 2014.

A pertinência do presente estudo enquadra-se neste espectro de ambivalência. Assim, o objectivo do presente trabalho será efectuar uma avaliação do que tem sido a exploração dos TDL desde a implementação do POACCS, em termos de vantagens e

---

<sup>1</sup> Resolução do Conselho de Ministros nº 6/2003

<sup>2</sup> Actualmente composto pelos sistemas de Comando e Controlo Aéreo de cada país europeu da NATO, futuramente será substituído pelo sistema único ACCS.



constrangimentos, para se poder perspectivar uma forma de se conseguir uma melhor exploração do sistema de Comando e Controlo da FAP.

Adicionalmente, julga-se de manifesto interesse enquadrar o estudo considerando a futura substituição do POACCS pelo sistema ACCS e as opções consubstanciadas na Estratégia de Migração dos TDL na NATO.

O estudo será delimitado ao modo como a FAP explora as capacidades dos seus TDL de forma a otimizar a sua capacidade de C2, pelo que se irá analisar a importância da exploração e interoperabilidade dos TDL existentes nesta organização.

O presente trabalho será realizado com base no Método de Investigação em Ciências Sociais proposto por Quivy e Campenhoudt (1998), tendo por objectivo responder à seguinte questão: "*Qual a importância da exploração e da interoperabilidade dos TDL para uma efectiva capacidade de Comando e Controlo (C2) na FAP?*"

Considerando esta pergunta inicial, julgou-se conveniente efectuar duas perguntas derivadas que estabelecessem a base do processo de investigação. Assim, foram elaboradas as seguintes questões derivadas:

- *Como é efectuada a exploração dos TDL existentes na FAP?*;
- *Qual o grau de interoperabilidade existente entre os TDL explorados pela FAP?*
- *Qual o contributo dos vários TDL explorados, na capacidade de C2 da FAP?*

A fim de seguir o método de investigação anteriormente referido foram levantadas as seguintes hipóteses que se pretende testar:

H1. O grau de interoperabilidade dos TDL explorados pela FAP é elevado;

H2. A exploração simultânea de vários tipos de TDL aumenta a capacidade de C2.

Para o desenvolvimento deste estudo recorreu-se, com a finalidade de coligir informação sob a actual situação e o que se perspectiva para o futuro, a contactos exploratórios com entidades envolvidas no desenvolvimento dos projectos, com as pessoas que no dia-a-dia têm como missão operar estes sistemas e à análise da documentação existente sobre a problemática a nível nacional e internacional, no âmbito da NATO e do Departamento de Defesa (DoD) dos Estados Unidos da América (EUA).

O trabalho desenvolver-se-á ao longo de três capítulos, sendo que, no primeiro capítulo efectuar-se-á uma caracterização dos TDL existentes no âmbito NATO e desses, os utilizados no POACCS e nas plataformas aéreas da FAP, com o objectivo de se perceber



qual a sua contribuição, em termos de informação, para uma efectiva capacidade de C2. No que diz respeito às plataformas aéreas operadas pela FAP seleccionou-se, para efeitos deste estudo, aquelas que, pela natureza das missões que lhes estão atribuídas, revelam maior pertinência para efeitos de C2.

No segundo capítulo pretende-se determinar qual o nível de interoperabilidade dos TDL explorados pela FAP considerando o sistema de C2 POACCS, as plataformas aéreas anteriormente referidas e outras plataformas nacionais, nomeadamente navais, e NATO, de forma a compreender como se integra a informação que cada um deles proporciona e qual o impacto na capacidade de C2. Equacionam-se os constrangimentos existentes, as perspectivas de resolução actual, no âmbito do POACCS, e como se prevê encará-los no futuro com a entrada em funcionamento do ACCS.

Após este enquadramento, ou seja, tendo sido avaliado como é efectuada a exploração dos TDL e determinado qual o nível de interoperabilidade existente entre estes sistemas, será então possível no terceiro capítulo, avaliar a contribuição dos TDL na capacidade de C2 da FAP.

Por último, apresentar-se-á uma retrospectiva do trabalho e abordar-se-ão as possibilidades, decorrentes do estudo, que se julguem poder contribuir para melhorar a capacidade de C2 da FAP.

## **1. A exploração dos *Tactical Data Link*.**

O conceito de exploração refere-se à utilização de um determinado sistema, retirando dele todas as potencialidades para o qual foi concebido, com a finalidade de tirar vantagem da informação que proporciona para fins táticos ou estratégicos (AAP-6, 2009: 2-E-5).

A exploração de TDL é o principal meio de proporcionar aos comandantes a possibilidade de monitorizar o desenrolar das operações, bem como a capacidade de transmitir ordens e informações específicas às unidades subordinadas. Permite a troca precisa e atempada de informação relativa à situação aérea, terrestre, superfície e sub-superfície das forças amigas e inimigas fornecendo uma visão abrangente do campo de batalha. (IMSM-0123-2007:1-1)

As soluções actualmente empregues pela NATO para transmissão automática de dados em tempo-real resultam da evolução, durante as décadas de 60 a 80, de sistemas independentes para fazer face às necessidades e requisitos funcionais das unidades. Desta



abordagem resultou o desenvolvimento e exploração de sistemas que utilizam formatos de mensagens e meios de comunicação diferenciados afectando a interoperabilidade das forças devido à troca de dados fora de tempo e de informação imprecisa do campo de batalha (NTDLIP T/1, 2007: 2-1).

Portugal, nomeadamente a FAP, desde a implementação do POACCS e integração no NATINADS, tem vindo a explorar esses mesmos sistemas, vivendo os mesmos desafios e dificuldades que os restantes países da NATO.

No presente capítulo procura-se caracterizar os sistemas TDL, evidenciar a necessidade e o propósito da sua exploração, realçando as dificuldades sentidas face aos desafios apresentados pelos teatros de operações modernos. Posteriormente, efectuar-se-á o enquadramento da situação actual da FAP com a finalidade de responder à primeira pergunta derivada: "*Como é efectuada a exploração dos TDL existentes na FAP?*"

#### **a. Caracterização dos Sistemas TDL.**

Genericamente, *Tactical Data Link* pode ser definido como sendo um "sistema que troca informação normalizada utilizando um conjunto de mensagens formatadas e as adequadas infra-estruturas de comunicações, sendo susceptível de permitir a troca de informação digital entre dois ou mais locais, interligando sistemas idênticos ou diferentes, para efeitos de C2, gestão e emprego de armamento". (JDP 2/01, 2001: Glossary-4)

De acordo com documentação NATO<sup>3</sup> e Inglesa<sup>4</sup>, o propósito da operação de TDL é a troca de informação táctica, em tempo-real, entre todas as unidades de uma força conjunta ou combinada que operam numa determinada Área de Operações (AO), de forma a construir uma *Recognize Air Picture/Recognize Air and Sea Picture (RAP/RASP)* que permita uma visão abrangente do campo de batalha (*Situation Awareness - SA*), contribuindo para a consecução das operações militares.

Com base nas publicações anteriormente citadas, o objectivo da exploração de TDL pode priorizar-se da seguinte forma: o primeiro objectivo é proporcionar capacidade de C2 disponibilizando ao comandante, em tempo-real, ou quase real, informação operacional, de vigilância, reconhecimento e empenhamento dos sistemas de armas, bem como a capacidade de disseminar instruções tácticas em tempo-real; o segundo objectivo consiste no apoio à execução da missão, proporcionando o intercâmbio de informação, em

---

<sup>3</sup> ACO Joint Concept of Employment for TDL in NATO (2007).

<sup>4</sup> Joint Doctrine Pamphlet 2/01 (2001).



tempo real, entre sensores e plataformas associando-lhes ordens tácticas; o terceiro objectivo visa permitir o intercâmbio de informação táctica entre forças operacionais conjuntas e combinadas; por último, auxiliar na identificação positiva de forças amigas versus inimigas.

Durante a "Sétima Conferência Anual de Engenharia de Sistemas"<sup>5</sup> realizada em 2009 na Loughborough University, subordinada ao tema "A Multi-Layered Approach to the Development of Custom Tactical Data Link Applications", foi definido o domínio TDL como sendo um conjunto de tecnologias relacionadas e projectadas para trabalhar na área de Comando, Controlo, Comunicações, Computadores e Informações (C4I) com a finalidade de difundir informação, de e para o campo de batalha, a fim de apoiar operações conjuntas e combinadas. Devido à natureza diversa das operações e da heterogeneidade de unidades existentes no campo de batalha, os TDL têm evoluído de forma a tentar dar resposta às necessidades específicas de cada uma destas componentes.

Esta realidade levou à exploração de uma panóplia diferenciada de TDL que se reflecte nas tecnologias utilizadas, modos e tipos de operação, meios de transmissão e formatos de mensagem.

Em seguida será feita uma caracterização sumária dos TDL em exploração na NATO, apresentando-se em Anexo A uma tabela com uma caracterização mais exaustiva dos mesmos:

(1) **LINK 1**: Concebido para permitir a troca de informação aérea táctica entre sistemas de C2 adjacentes. Baseia-se numa arquitectura "ponto-a-ponto", isto é, com ligações dedicadas entre dois ou mais participantes. A transmissão é independente da recepção, pelo que, permite que estas funções decorram em simultâneo (*full-duplex*) utilizando um formato de mensagens denominado "Mensagens S" com uma taxa de transmissão dados entre os 600 e os 2400bps (*bits per second*) (STANAG 5501).

(2) **LINK 11** (ou TADIL A): Foi concebido para operações em ambiente marítimo e utiliza como meio de comunicação frequências rádio HF e UHF. Em HF permite transmissão de dados para além da linha de vista, ou seja, capacidade teórica de ir até às 300NM. Operando na banda UHF fica limitado à linha de vista, ou seja, aproximadamente 30NM para comunicações superfície-superfície e 150NM para superfície-ar. Funciona em sistema de rede, estando os vários participantes, denominados *Participating Unit* (PU),

---

<sup>5</sup> "7th Annual Conference on Systems Engineering Research 2009"



ligados entre si. O modo de operação mais comum denomina-se *Roll Call* e caracteriza-se por uma das unidades participantes assumir o papel de *Data Net Control Station* (DNCS), interrogando, sequencialmente, as restantes unidades participantes (*Pickets*). Para garantir a segurança dos dados transmitidos dispõe de uma unidade de *crypto*, como por exemplo o KG-40A. A informação é transmitida em tempo real sob a forma de mensagens padrão denominadas “Mensagens M” (STANAG 5511).

(3) **LINK 16:** Caracteriza-se pela sua alta capacidade de difusão de voz e dados em tempo real e elevada segurança e resistência às contra medidas electrónicas (ECM), através da encriptação dos dados e transmissão por agilidade de frequência. Garante elevadas taxas de automatização no fluxo da informação disponibilizando a cada participante, apenas a informação que lhe interessa. A informação é transmitida em tempo real sob a forma de mensagens padrão denominadas “Mensagens J”. A informação trocada consiste em mensagens de gestão e coordenação do próprio “Link”, de posicionamento e identificação precisas das plataformas, de vigilância, de guerra anti-submarina, de coordenação e controlo de armas, do estado dos sistemas das plataformas, de guerra electrónica e aviso de ameaça. Como funciona na banda UHF tem, igualmente, o condicionamento do alcance em linha de vista (STANAG 5516).

(4) **LINK 22:** Ainda em desenvolvimento, é um híbrido entre o “Link 16” e o “Link 11” sendo resistente a medidas electrónicas (*Electronic Counter Measures* - ECM). O “Link 22” é da “família” do “Link 16” sendo baseado no catálogo de mensagens deste último utilizando mensagens tipo “F e FJ”. Uma unidade equipada com “Link 22” pode operar até quatro redes em simultâneo, fazendo parte de uma super rede em que os participantes de cada uma das redes podem comunicar entre si (STANAG 5522).

Cada um dos tipos de TDL apresentados tem as suas especificidades dando origem a problemas de interoperabilidade entre sistemas limitando a integração e a apresentação da informação, assim como, uma exploração total pelos órgãos de C2 que dela necessitam para tomarem decisões fundamentadas.

#### **b. Os TDL no C2 da FAP**

Elaborada a caracterização dos TDL, procederemos agora ao enquadramento da situação actual da FAP, nomeadamente no sistema de C2 nacional (POACCS) e em algumas das plataformas aéreas por ela operada.



### (1) Os TDL no POACCS

(i) **Link 1:** Serve, primariamente, para troca de RAP entre sistemas de C2 adjacentes. No POACCS é utilizado como meio de troca de informação entre o Centro de Relato e Controlo (CRC) Monsanto e o centro alternativo nacional, *Standby Operational Facility* (SOF) em Beja, com o Sistema de Defesa Aérea Espanhol (*Sistema de Mando y Control Aereo - SIMCA*), com o *Combined Air Operations Center* (CAOC) 5 (Poggio Renatico) em Itália e, futuramente, com o CAOC 7 (Larissa) na Grécia.

Embora a NATO o considere em processo de descontinuidade, prevê-se que o *Link 1* continue em exploração no ACCS para efeitos de troca de informação com entidades externas ao sistema (entidades não ACCS).

(ii) **Link 11:** Sistema base para troca de informação táctica com os meios navais que deverá permanecer em exploração pelo menos até 2015<sup>6</sup>. Esta data dependerá da evolução do desenvolvimento do *Link 22*. Com a entrada em funcionamento do P3C CUP+ prevê-se uma intensificação da sua utilização dentro da FAP.

(iii) **Link 16/CRC System Interface (CSI):** Decorrente da entrada em funcionamento da Esq. 301, que opera os F16 MLU, foi superiormente constatada a necessidade de dotar o sistema POACCS de capacidade *Link 16*. O POACCS não permite a integração directa da informação *Link 16* no sistema, pelo que se optou pela implementação da solução *Link 16 CSI* da NATO *Maintenance and Supply Agency* (NAMSA) via *stand-alone* (capacidade total do *Link 16* apenas no sistema CSI) ou via *Link 1* (integração da informação do *Link 16* no POACCS via *Link 1*).

Por despacho do General CEMFA, de 29 de Novembro de 2007, deu-se início à 1ª Fase da implementação da capacidade de *Link 16* no sistema POACCS. Esta fase, terminada em Março de 2009, abrangeu a utilização dos equipamentos do *Unit Level Test System* (ULTS), antena e terminal *Multifunctional Information Distribution System-Low Volume Terminal* (MIDS-LVT), desafectados do programa F-16 MLU e transferidos para Montejunto, e instalação da rede de

---

<sup>6</sup> Estratégia nacional de migração dos TDL.



exploração operacional no CRC Monsanto, de forma a integrar esta capacidade no POACCS através da única interface de *Link 1* existente no actual sistema.

Por despacho do General cCLAFa, de 13 de Julho de 2009, deu-se início à 2ª Fase, que compreende a extensão do sistema *Link 16* CSI às Estações Radar de Fóia e Pilar, de modo a dotar o POACCS com a capacidade de cobertura em *Link 16* (integração igualmente por *Link 1*) idêntica à existente actualmente para os radares primários do Continente. Prevê-se que esteja concluída durante o 1º semestre do corrente ano.

A instalação do *Link 16* CSI assume uma maior relevância pelo facto de a mesma providenciar também (via *Link 1*) a conexão com o Sistema de Defesa Aérea adjacente SIMCA.

É de salientar que o *Link 16* CSI é provisório até à implementação do ACCS, sendo possível o reaproveitamento dos equipamentos e infra-estruturas agora existentes, nomeadamente os implementados nas estações radar de Pilar e Fóia, "sites" não integrados no *Projecto 5WI02012*<sup>7</sup> (*Link 16* a 29.000'). No que respeita a Montejunto e Monsanto, o reaproveitamento (pelo ACCS) dos equipamentos existentes passará pela negociação com a FAP e o pagamento de compensações financeiras, uma vez que a respectiva implementação foi custeada com verbas exclusivamente nacionais.

## (2) Os TDL no futuro ACCS

Previsivelmente, a partir de Julho de 2014, o sistema POACCS será substituído pelo sistema ACCS que permitirá a integração completa dos diferentes TDL em exploração. Irá dispor de um *Link Interface Unit* (LIU) usado como interface entre os sites ACCS e os *External Data Links*, nomeadamente, TDL (*Link 1*, *Link 11* e ATDL-1), *Sensor Links* (ACCS-Wide Common Information Exchange Standard (AWCIES) e ASTERIX<sup>8</sup>) e *ATC Data Links* (ADEXP<sup>9</sup> e ASTERIX). O *Data Link Interface Protocol* (DLIP) converte a informação recebida por TDL, via rádio HF/VHF/UHF, no formato denominado AWCIES. Este protocolo possibilitará uma maior capacidade e segurança na transmissão de

---

<sup>7</sup> *Projecto 5WI02012* - (*Provide Link 16 at 29.000'*) que inclui a instalação de dois *Link 16* Equipment Suites em Montejunto e na Madeira, no âmbito do ACCS. (Fonte: CLAFa/DEP/SICCAP)

<sup>8</sup> ASTERIX - All Purpose Structured EUROCONTROL Radar Information Exchange.

<sup>9</sup> ADEXP - ATC Data Exchange Presentation.



dados entre as entidades ACCS. O *Link 1* ficará apenas como interface de comunicação com entidades externas ao sistema.

### c. Os TDL nas Plataformas FAP

No que diz respeito às plataformas aéreas FAP, restringiu-se o estudo a três: o F-16 *Mid Life Upgrade* (MLU), o EH-101 MERLIN e o P-3C *Capability Upkeep Program* (CUP+). O critério para a selecção destas plataformas, face às restantes, foi a natureza das missões que lhe estão atribuídas: Luta Aérea, Busca e Salvamento/Busca e Salvamento em Combate (SAR/CSAR) e Operações Aéreas em Apoio de Forças de Superfície em Ambiente Marítimo, respectivamente, que se julgam pertinentes para efeitos de C2.

#### (1) F16

Desde a adesão da FAP ao programa MLU, em Junho de 2000, para efectuar a modernização da frota F16, várias foram as modificações já efectuadas.<sup>10</sup> Para efeitos de estudo realça-se o facto de esta plataforma estar equipada com um terminal MIDS LVT, para efeitos de *Link 16*, o radar APG-66 (V2) e o *Advanced Targeting POD-Lightening AT*, que para além de efectuar a aquisição dos alvos permite a partilha da imagem e dos dados adquiridos, via *Tactical Common Data Link* (TCDL), com entidades em terra. Esta plataforma integra ainda uma série de sensores relevantes para a aquisição de informação táctica que se discrimina de forma mais detalhada no Anexo B.

#### (2) P-3C CUP +

O programa de actualização desta plataforma visa o incremento das suas capacidades. Nesse sentido será dotada com sensores adequados à sua missão para obtenção de informação, bem como, de equipamentos de comunicações que permitam a partilha dessa mesma informação, quer com a componente naval quer com o sistema de C2 (POACCS). Para efeitos deste estudo destaca-se a capacidade de transmissão via HF, Satélite, *Link 11*, *Link 16* e TDCL (vídeo).

---

<sup>10</sup> Actualmente decorre a modificação n.º 5 (M5)



Da implementação do programa resultou um sistema de armas de cujos sensores e sistemas de comunicações se dá conta, de forma mais pormenorizada, no Anexo C.

### **(3) EH101 MERLIN**

Esta plataforma foi adquirida com a intenção de substituir o helicóptero SA330 Puma, a fim de aumentar a capacidade da FAP nas suas missões de SAR, CSAR e as desenvolvidas no âmbito do Sistema Integrado de Fiscalização e Controlo da Pesca (SIFICAP). Apesar de esta plataforma estar dotada de sensores com capacidades de *Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance* (ISR) e de sistemas de comunicações (voz) de última geração, não contempla qualquer sistema de transmissão de dados que lhe permita interagir com outros sistemas de armas ou de C2.

Os sensores e sistemas de comunicações que a compõem são os apresentados em Anexo D.

Ao longo do presente capítulo, cujo objectivo era responder à primeira questão derivada (*Como é efectuada a exploração dos TDL existentes na FAP?*), efectuou-se um enquadramento geral da situação, evidenciando a necessidade e o propósito da exploração dos TDL e caracterizando aqueles que têm vindo a ser explorados no âmbito NATO. Posteriormente procedeu-se ao enquadramento no contexto nacional, nomeadamente no sistema POACCS e nas plataformas utilizadas pela FAP demonstrando-se que a exploração dos TDL no POACCS está a ser efectuada de acordo com os parâmetros NATO prevendo já a sua futura substituição pelo sistema ACCS e, no que diz respeito às plataformas aéreas consideradas para efeitos deste estudo, apenas o EH-101 não possui qualquer capacidade TDL.

No próximo capítulo pretende-se equacionar o grau de interoperabilidade entre os TDL explorados quer com o sistema de C2 quer entre as várias plataformas aéreas consideradas para efeitos deste estudo.

## **2. Interoperabilidade entre os TDL**

O emprego de forças e equipamentos militares no início do Século XXI torna-se cada vez mais exigente. Abrange um amplo espectro de ameaças e cenários de implantação



que vão da guerra convencional, às operações de resposta a crises, aos conflitos assimétricos e ao terrorismo. A capacidade unilateral é importante para as nações, mas a maioria do planeamento é feito sobre a hipótese de alianças e de operações de coligação em cenários que são difíceis de prever e que surgem frequentemente a curto prazo. Assim, a natureza e a composição de uma força, para atender às eventuais necessidades militares terá de ser baseada numa capacidade militar geral e flexível. Para se atingir tal desiderato, a garantia de interoperabilidade entre sistemas de informação é essencial (*MIP Concept of Operations*, 2003:1).

Embora a política NATO seja de caminhar para a definição de sistemas únicos e comuns, operáveis por todos os membros da Aliança, a fim de garantir elevados níveis de interoperabilidade, a realidade é heterogénea e complexa, nomeadamente no que concerne aos TDL. Como discutido no capítulo anterior, a complexidade que existe hoje continuará a existir amanhã. Os sistemas herdados (“*legacy*”) não podem simplesmente desaparecer pois são um activo importante das organizações. É assim imprescindível pensar os sistemas de hoje e de amanhã com um conceito sempre presente: interoperabilidade.

É a avaliação do nível de interoperabilidade existente entre os TDL explorados pela FAP, quer nas suas plataformas, quer no seu sistema de Comando e Controlo, que se pretende efectuar neste capítulo com o objectivo de responder à segunda pergunta derivada (*Qual o grau de interoperabilidade existente entre os TDL explorados pela FAP?*) e testar a hipótese H1 (O grau de interoperabilidade dos TDL explorados pela FAP é elevado).

#### **a. O conceito de interoperabilidade**

As perspectivas de interpretação deste conceito podem ser diversas em função da contextualização efectuada. O *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), define genericamente interoperabilidade como a capacidade que dois ou mais sistemas, ou componentes, têm para trocar e utilizar a informação que trocam entre si (IEEE, 1999).

Aplicado ao âmbito militar, segundo Call (2003), interoperabilidade pode ser definida como sendo a capacidade que os sistemas, unidades ou forças, detêm para disponibilizar dados, informações, materiais ou serviços, assim como recebê-los de outros sistemas, unidades ou forças. É ainda a capacidade que os mesmos sistemas, unidades ou forças possuem para utilizar os dados, informações, materiais ou serviços, transferi-los entre entidades, potenciando uma eficaz operação conjunta.



No âmbito desta investigação, em que interessa estudar a interoperabilidade no contexto específico da troca de informação tática para efeitos de C2, este conceito significa que um sistema operado por uma unidade ou força, de um serviço ou nação, consegue transmitir e receber informação de qualquer sistema operado por outra unidade ou força, de outro serviço ou nação, sem ambiguidades, sendo que essa troca de informação pode ser usada para efectuar operações em conjunto. (JDP 2/01:2-3)<sup>11</sup>

### **b. Modelos de interoperabilidade**

Embora existam diversos modelos de referência que procuram quantificar os níveis de interoperabilidade técnica entre sistemas, entre a comunidade militar são basicamente dois os modelos considerados como fundamentais para analisar esta problemática: o modelo *NATO C3 System Architecture Framework Reference Model for Interoperability* (NMI) apresentado no *NATO Consultation, Command and Control (C3) Technical Architecture* (NC3TA) e o modelo *Level of Information System Interoperability* (LISI), utilizado pelo DoD dos EUA.

O **modelo NMI** (Anexo E) considera que existem, relativamente à interoperabilidade dos sistemas, quatro graus (de 1 a 4) que se subdividem em sub-graus. Tolk (2003) e Carney (2004), assim como outros autores, fazem também referência ao grau zero, que para efeitos deste estudo se considera importante. Cada grau define um nível de maturidade, reflectindo a sofisticação do sistema. Os sub-graus descrevem a capacidade do sistema, reproduzindo a funcionalidade disponível.

Os graus do modelo mencionado são definidos como a seguir se indica, considerando o zero:

**Tabela 1 - Modelo NMI (Fonte: Tolk, 2003)**

<b>Grau 0:</b>	Não existe conexão física entre sistemas.
<b>Grau 1:</b>	Existe troca de dados não estruturada.
<b>Grau 2:</b>	Existe troca de dados de forma estruturada.
<b>Grau 3:</b>	Existe partilha de dados de forma automatizada baseado num modelo comum.
<b>Grau 4:</b>	Considerado uma extensão do três e estabelece a existência da capacidade dos sistemas interpretarem de forma universal a informação que partilham.

Segundo Carney (2004), este modelo dá ênfase ao valor residente na troca de dados estruturados e automatizados, assim como à interpretação desses mesmos dados, a fim de aumentar a eficácia operacional.

<sup>11</sup> Joint Doctrine Pamphlet 2/01 (2001)



O modelo LISI (Anexo F), segundo Tolk (2003), proporciona uma excelente forma de avaliação do grau de interoperabilidade dos sistemas no domínio técnico. Este modelo caracteriza-se por ser bastante mais específico do que o anterior, pois embora também considere cinco níveis de interoperabilidade (de 0 a 4), estes são definidos em função da capacidade de interacção entre os sistemas e da sua capacidade de trocar e partilhar informação e serviços. Os atributos de avaliação definidos são: Procedimentos, Aplicações, Infra-estrutura e Dados. Para cada um destes atributos são definidas categorias que servem para atribuir níveis específicos aos sistemas em estudo, como se mostra na Figura 1.

Nível (Ambiente)			Atributos de interoperabilidade			
			Procedimentos	Aplicações	Infra-estrutura	Dados
Empresa (universal)	4	c	Multi-nacional	Interactivo	Topologias Multi-dimensionais	Modelos de empresa cruzados
		b	Intra-governamental			Modelos de empresa
		a	Departamento de Defesa	Cortar e colar objectos		
Domínio (integrado)	3	c	Domínio	Dados partilhados	Rede Alargada (WAN)	DBMS
		b		Colaboração em grupo		Modelos de Domínio
		a		Cortar e colar texto		
Funcional (Distribuído)	2	c	Ambiente de operação comum	Motor de busca	Rede Local (LAN)	Modelos de programa & formatos de dados avançados
		b		Aplicação Office		
		a	Programa	S. Mensagens avc.	Rede	
Conectado (ponto-a-ponto)	1	d	De acordo com padrões	S. Mensagens bsc.	Dois sentidos	Formatos básicos de dados
		c		Transferência ficheiros		
		b	Perfil de segurança	Interacção simples	Um sentido	
		a				
Isolado (manual)	0	d	Procedimentos de troca de <i>Media</i>	Não aplicável	"Media" retirável	Formatos de "media"
		c	Controlos de acesso de pessoal		Reentrada manual	Dados privados
		b				
		a				
		0				

Figura 1 - Modelo LISI (Fonte: Clark, 2001)

### c. Níveis de interoperabilidade dos sistemas FAP

Pretende-se aqui avaliar, à luz dos dois modelos apresentados, qual o grau de interoperabilidade dos TDL explorados pela FAP considerando o sistema POACCS, as plataformas referidas no Capítulo 1, os navios da classe Vasco da Gama e Bartolomeu Dias da Armada Portuguesa (AP), como plataformas contributivas de informação numa operação conjunta, e a plataforma aérea E3-A e Navios NATO, representando qualquer



Tabela 2 - Níveis de interoperabilidade aplicando o modelo NMI<sup>12</sup>

	POACCS CRC/SOF	F-16	P3 C +	EH-101	E-3A	Navios AP	Navios NATO
F-16	3						
P-3 C +	3	3					
EH-101	0	0	0				
E-3A	3	3	3	0			
Navios AP	3	0	3	0	3		
Navios NATO	3	3	3	0	3		
Radares	3						

Face aos resultados obtidos, pode dizer-se que, com excepção das ligações efectuadas por voz (grau de interoperabilidade 0), todos os outros sistemas resultam num grau de interoperabilidade três (3). Assim, poder-se-á afirmar que globalmente, o grau de interoperabilidade dos TDL explorados pela FAP é elevado.

No entanto, este modelo não nos permite efectuar qualquer relação gradativa de interoperabilidade entre a utilização de *Link 11* e *Link 16* para a transmissão de dados entre os sistemas (troca de dados em tempo-real implica grau três no modelo NMI), o que se considera fundamental para efeitos deste estudo.

Esta limitação resulta do modelo aplicado não dispor de um conjunto de indicadores que permitam realizar uma avaliação mais pormenorizada, ou seja, dá-nos apenas uma perspectiva "macro" de comparação. Por esta razão e para dar sequência ao estudo, utilizamos seguidamente o modelo LISI tendo como referência os resultados das avaliações efectuadas por Clark (2001) adaptadas às estruturas em estudo.

Com base no modelo LISI, é atribuído às ligações estabelecidas apenas por voz (G/A/G em dois sentidos) o nível **1b**; às ligações de rede básicas com recurso a sistemas *Link* de conectividade ponto-a-ponto (eg. radares) o nível **1d**; a sistemas baseados em *Link 11* é atribuído o nível de interoperabilidade **2a** e a sistemas baseados em *Link 16* o nível **2c** (Clark, 2001).

Da aplicação destes critérios à estrutura em estudo, resultam os valores apresentados na Tabela 3.

<sup>12</sup> As cores apresentadas na Tabela 2 estão de acordo com a legenda da Figura 2 e correspondem ao tipo de ligação estabelecida.

Tabela 3 - Níveis de interoperabilidade aplicando o modelo LISI<sup>13</sup>

	POACCS CRC/SOF	F-16	P3 C +	EH-101	E-3A	Navios AP	Navios NATO
F-16	2c						
P-3C CUP+	2c	2c					
EH-101	1b	1b	1b				
E-3A	2c	2c	2c	1b			
Navios AP	2a	1b	2a	1b	2a		
Navios NATO	2c	2c	2c	1b	2c		
Radares	1d						

Da análise dos resultados obtidos com este modelo de referência, podemos verificar uma maior diferenciação de resultados em virtude de este modelo incorporar um conjunto de indicadores mais diversificado cobrindo uma panóplia de requisitos que não são considerados no modelo anteriormente estudado. Podemos, assim, determinar com maior precisão qual o nível de interoperabilidade existente entre os sistemas TDL operados pela FAP e afirmar que, globalmente, o nível de interoperabilidade dos TDL explorados é médio pois, exceptuando as ligações que se podem estabelecer com a plataforma EH-101, o nível de interoperabilidade é 2 (numa escala de 0 a 4).

#### d. Dificuldades identificadas

Da análise dos resultados obtidos da aplicação dos modelos de referência, podem-se inferir algumas dificuldades existentes que afectam o grau de interoperabilidade existente na FAP.

No caso do **POACCS**, verifica-se que este sistema não permite uma integração directa da informação transmitida via *Link 16*.

Quanto à **plataforma P-3C CUP+**, esta ainda se encontra em fase de implementação/teste do seu programa. A capacidade de TCDL (vídeo) não está totalmente explorada, pois não se encontra previsto o envio, por esta via, de qualquer informação para o CRC Monsanto, a fim de ser equacionada a sua exploração conjuntamente com o POACCS.

<sup>13</sup> As cores apresentadas na Tabela 3 estão de acordo com a legenda da Figura 2 e correspondem ao tipo de ligação estabelecida.



Relativamente à **plataforma EH-101**, apesar de ser uma aquisição recente, dotada de vários sensores ISR, não se encontra equipada com qualquer meio de transmissão de dados.

A troca de dados com os **Navios da Armada Portuguesa (AP)**, concretamente com as fragatas das classes Vasco da Gama e Bartolomeu Dias, é baseada apenas em *Link* 11, do que resulta um grau de interoperabilidade médio/baixo (2a). Esta relação é equacionada, apesar de não ser um meio FAP, porque no contexto actual de operações conjuntas/combinadas, revela-se de primordial importância no âmbito nacional.

#### **e. Perspectivas de resolução**

Como referido no capítulo 1 d. (4), a substituição do sistema POACCS pelo ACCS acredita-se, irá resolver as dificuldades identificadas anteriormente, nomeadamente as que se referem ao POACCS, contribuindo para que a interoperabilidade, seguindo o modelo LISI, possa então ser de nível três (3). Uma das razões para este melhoramento prende-se com o facto de o protocolo AWCIES ir permitir que toda a comunidade utilizadora de TDL possa partilhar dados de forma automatizada baseado num modelo comum, ou seja, estabeleça um domínio integrado (Nível 3 do modelo LISI).

A entrada em pleno funcionamento da plataforma P-3C CUP+ resolverá parte das dificuldades identificadas, referentes à mesma, devendo no entanto ser equacionada a capacidade de envio de imagem vídeo dos seus sensores para o CRC para efeitos de C2.

No que concerne à plataforma EH-101, os problemas identificados, poderão ser de maior dificuldade de resolução pois prendem-se com constrangimentos tanto de ordem financeira como técnica, carecendo de disponibilização de verbas para a aquisição de sistemas e equipamentos que possam dotar esta plataforma com TDL.

No que se refere aos meios navais, a resolução dos problemas aqui apontados não depende obviamente da FAP. No entanto, segundo o *Project Officer* para os *Tactical Data Link* da Armada Portuguesa<sup>14</sup> está previsto um MLU para as fragatas das classes Vasco da Gama e Bartolomeu Dias que contempla a implementação da capacidade de *Link* 16, o que irá, acredita-se, permitir um aumento do nível de interoperabilidade entre estas plataformas e o sistema de C2 aéreo português (POACCS ou, futuramente, o ACCS).

---

<sup>14</sup> CTEN Sempiterno Ribeiro



Ao longo deste capítulo pretendeu avaliar-se o nível de interoperabilidade existente entre os TDL explorados pela FAP, na medida em que servem de base para a partilha de informação entre sistemas de diversas entidades. Atendendo aos resultados obtidos da aplicação do modelo LISI à realidade da FAP, diremos que se infirma a hipótese H1, uma vez que se concluiu que a interoperabilidade dos TDL explorados pela FAP apresenta um grau médio (Grau 2). Foram identificados os constrangimentos existentes que condicionam a FAP de possuir um nível de interoperabilidade mais elevado (pelo menos nível 3 LISI) e apontadas as perspectivas de resolução passíveis de ser alcançadas num futuro próximo a substituição do sistema POACCS pelo sistema ACCS; vontade superior e disponibilidade financeira para dotar as plataformas EH-101, recentemente adquiridas, com capacidade TDL (preferencialmente *Link 16*) e a entrada em pleno funcionamento do programa P3C CUP+.

No próximo capítulo equacionar-se-á o contributo do TDL na capacidade de C2 da FAP

### **3. Contributo dos TDL na capacidade de Comando e Controlo da FAP**

Demonstrado como é efectuada a exploração dos TDL e determinado o grau de interoperabilidade dos TDL explorados pela FAP pretende-se ao longo deste capítulo responder à pergunta derivada "*Qual o contributo dos vários TDL explorados, na capacidade de C2 da FAP?*" e testar a hipótese H2. (*A exploração simultânea de vários tipos de TDL aumenta a capacidade de C2*) para, posteriormente, permitir uma resposta cabal à pergunta de partida, que orientou todo o estudo: "*Qual a importância da exploração e da interoperabilidade dos TDL para uma efectiva capacidade de Comando e Controlo (C2) na FAP?*"

#### **a. Conceito de Comando e Controlo.**

De acordo Krulak (1996)<sup>15</sup>, na guerra, nenhuma actividade é mais importante do que o Comando e Controlo pois embora, por si, não tenha a capacidade de atingir um único alvo inimigo, no entanto, nenhuma das actividades militares que o permitem, serão possíveis de realizar sem uma capacidade de C2 eficaz. Sem esta capacidade as campanhas, batalhas e combates organizados são impossíveis, pois a organização das

---

<sup>15</sup> General comandante U.S. Marine Corps de 1995 a 1999, Marine Corps Doctrinal Publication (MCDP 6).



forças militares desvanece-se e a subordinação da força militar é substituída pela violência aleatória.

Tradicionalmente, este conceito é abordado com base nas duas palavras que o compõem: **Comando** que consiste na "*autoridade investida a um indivíduo das forças armadas para a direcção, coordenação e controlo de forças militares*" (AAP-6, 2009; 2-C-9); **Controlo** como sendo a "*autoridade exercida por um comandante sobre partes das actividades das organizações subordinadas, ou outras organizações normalmente não suas subordinadas, que abrange a responsabilidade pela implementação de ordens ou directivas (...)*", sendo que, "*(...) a totalidade ou parte desta autoridade pode ser transferida ou delegada*" (AAP-6, 2009; 2-C-15).

Nesta aproximação tradicional, designada por “visão típica”, pode considerar-se que as acções são exercidas apenas num sentido, do topo da organização para a base, ou seja, os comandantes impõem o controlo sobre os subordinados.

Autores como Krulak (1996) defendem uma visão mais dinâmica do conceito de C2, designada por “visão bidireccional”, considerando o Comando como o exercício da autoridade e Controlo como o "*feedback*" dos efeitos das acções tomadas (ver Figura 3). Comando é assim, entendido como, a acção do comandante que, através de ordens directas ou influência no comportamento dos subordinados, decide o que é necessário ser realizado. Controlo assume-se como o "feedback", ou seja, a forma de transmitir ao comandante as diferenças entre os objectivos que se pretendem alcançar e a realidade alcançada. Este fluxo contínuo de informação, de como o inimigo está a reagir e da situação das unidades subordinadas, permitirá ao comandante tomar acções adaptadas às circunstâncias, explorando oportunidades, respondendo a novos problemas, modificar cenários e redirigir o esforço, ou seja, efectuar novas acções de comando.

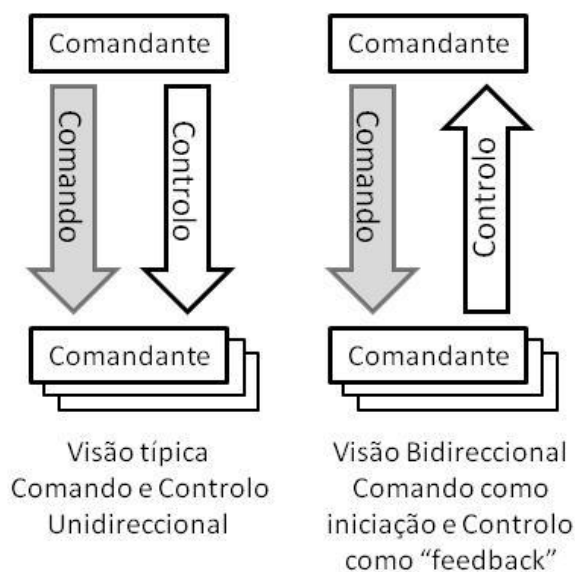


Figura 3 - Conceito de Comando e Controlo (Fonte: MCDP6)

Pode assim definir-se Comando e Controlo como um processo interactivo de transmissão de informação, que trabalha em todas as direcções e envolve todas as partes da cadeia de comando (do operacional ao tático). Sistema de suporte mútuo baseado num processo de "dar-e-receber", em que comandar e controlar se complementam para que as forças, no seu todo, se possam adaptar de forma contínua às alterações ocorridas no campo de batalha que se reconhece como um local de confronto de vontades cada vez mais complexo, incerto e desordenado. Esta abordagem visa proporcionar ao comandante os melhores meios para vencer nesse ambiente.

#### **b. O sistema de Comando e Controlo da FAP (POACCS).**

O sistema de Comando e Controlo POACCS tem por base os três radares instalados na Serra do Pilar, Montejunto, Fóia e o do Pico do Areiro, a instalar no arquipélago da Madeira<sup>16</sup>, sendo toda a informação enviada para o CRC Monsanto. Este sistema visa, em termos nacionais, disponibilizar, em tempo real, uma visão da totalidade do espaço aéreo nacional (RAP), possibilitando o exercício de uma efectiva capacidade de C2 dos meios aéreos no cumprimento das missões de defesa aérea, vigilância marítima, busca e salvamento ou quaisquer outras que lhe sejam confiadas.

A capacidade TDL do sistema, descrita no Capítulo 1 e com a arquitectura apresentada na Figura 2, visa, em termos globais, a extensão da capacidade de C2 para

<sup>16</sup> Em fase de instalação.



além do alcance dos radares, bem como a interacção com a componente naval e terrestre<sup>17</sup> na execução de missões conjuntas, em termos nacionais, e combinadas no âmbito NATO.

### **c. O contributo específico dos TDL**

No Capítulo 1 deste trabalho foram descritas as capacidades TDL existentes no sistema POACCS, pretendendo-se agora concretizar qual a contribuição dessas capacidades para um efectivo exercício de C2 nos termos em que este conceito foi anteriormente definido.

Relativamente ao *Link 1*, e de acordo com o que foi anteriormente referido, este TDL permite a troca de informação aérea táctica entre sistemas de C2 adjacentes o que, em termos nacionais, permite que o comandante tenha acesso à situação aérea espanhola dando-lhe a possibilidade quer de exercer a sua capacidade de C2 sobre os meios aéreos que dispõe para fazer face a qualquer ameaça que passe a fronteira, quer a possibilidade de articulação de esforços para fazer face a ameaças comuns.

Quanto ao *Link 11*, este TDL está vocacionado para operações em ambiente marítimo, o que devido à situação geográfica nacional se revela de primordial importância. Esta capacidade permite a incorporação da situação marítima, superfície e sub-superfície, (RASP) à informação sobre a situação aérea providenciada pelo *Link 1* e radares (RAP), permitindo ao comandante da componente aérea e da componente marítima desenvolver, de forma articulada, missões conjuntas, aumentando assim, a capacidade de C2 de ambos, de forma a melhor se adaptarem às alterações do campo de batalha em apoio mútuo no cumprimento das missões que lhes estiverem atribuídas.

Este TDL permite ainda que a plataforma aérea P3C CUP+ possa transmitir a informação dos seus sensores para a rede que estiver estabelecida, contribuindo com um aumento da quantidade e qualidade da informação sobre os alvos detectados. Este contributo, sendo do conhecimento de ambos os comandantes (marítimo e aéreo), permitir-lhes-á reagir com maior prontidão no planeamento de missões de apoio mútuo exercendo de uma forma mais eficaz a sua capacidade de C2 sobre os meios de que dispõem.

O *Link16*, presentemente, apenas contribui para o exercício do C2 na Força Aérea<sup>18</sup>. Esta capacidade permite uma interacção de C2 extremamente efectiva com as

---

<sup>17</sup> Presentemente não é exercida em virtude do Exército Português não ter unidades com capacidade TDL

<sup>18</sup> A Armada Portuguesa prevê a inclusão deste TDL durante o MLU das fragatas da classe Vasco da Gama e Bartolomeu Dias. Quanto ao Exército Português, dos contactos efectuados, não resultou qualquer informação.



plataformas aéreas F-16MLU e AWACS, uma vez que dispõe adicionalmente da capacidade de utilização de grande parte do controlo e emprego de armas não dependendo do uso dos rádios G/A/G, com o conseqüente aumento de segurança. O eventual condicionalismo de apenas trabalhar na banda UHF (limitando-o ao alcance de linha de vista) poderá ser ultrapassado utilizando a plataforma P3C CUP+ que também detém esta capacidade, como unidade de retransmissão de informação.

As capacidades de TCDL e *Targeting* POD (vídeo) instaladas na plataforma P3C CUP+ e F16MLU, respectivamente, poderão ser aproveitadas para efeitos de Comando e Controlo, pois considera-se que seriam de especial interesse uma vez que permitiriam ao comandante visualizar em tempo real o desenrolar das missões de maior sensibilidade e avaliar a efectividade da missão efectuada contribuindo assim para a redução do tempo no ciclo de planeamento das missões.

Ao longo deste capítulo pretendeu-se determinar qual o contributo dos vários TDL explorados pela FAP na sua capacidade de C2 com a finalidade de testar a hipótese H2. Pelo que anteriormente foi apresentado pode afirmar-se que a hipótese H2 se confirma.

Em conformidade com o exposto julga-se estar em condições de responder àquela que foi a pergunta de partida, "*Qual a importância da exploração e da interoperabilidade dos TDL para uma efectiva capacidade de Comando e Controlo (C2) na FAP?*", que orientou todo o nosso estudo, afirmando que a exploração dos TDL, bem como o grau de interoperabilidade existente entre eles são de primordial importância para a capacidade de Comando e Controlo da FAP, pois contribuem decisivamente para a disponibilização da informação, quantitativa e qualitativamente, necessária para o exercício efectivo da capacidade de C2 do comandante.



## Conclusão

Ao longo deste trabalho, pretendeu desenvolver-se uma investigação que respondesse à questão: "Qual a importância da exploração e da interoperabilidade dos TDL para uma efectiva capacidade de Comando e Controlo (C2) na FAP?"

Para que se pudesse delimitar, equacionar e analisar devidamente o problema, procurou-se identificar o âmbito e os conceitos que poderiam concorrer para dar uma resposta cabal à pergunta equacionada à partida. Passo que define a primeira fase do Método de Investigação em Ciências Sociais proposto por Quivy e Campenhoudt (1998) e que foi seguido para a elaboração deste estudo.

No que diz respeito ao âmbito, este estava praticamente definido à partida, pois teria de se trabalhar tendo por cenário a ambivalência nacional e NATO, sendo que esta última tem vindo a condicionar todas as opções tomadas desde a entrada em funcionamento do sistema de Comando e Controlo Aéreo de Portugal (POACCS). Este sistema detém a dupla finalidade de cumprir os desígnios da defesa do espaço aéreo nacional e dos compromissos assumidos por Portugal, enquanto membro desta Aliança ao integrar a estrutura NATINADS da NATO. Por outro lado, a sua futura substituição pelo sistema ACCS e a necessidade cada vez mais premente de se desenvolver missões combinadas farão com que as opções tomadas a nível NATO influenciem as de cariz nacional.

Sendo que toda esta estrutura tem como base de funcionamento os *Tactical Data Link* (TDL), a pertinência deste estudo enquadra-se neste espectro de ambivalência e, conseqüentemente, julgou-se oportuno efectuar uma avaliação de como tem sido e deverá vir a ser feita a exploração destes sistemas, para que dela possam ser retiradas todas as vantagens a fim de cumprir o desígnio nacional de preservação da integridade do território nacional.

Da pergunta de partida, foram elaboradas perguntas derivadas e destas as hipóteses que se pretendiam testar que, seguindo o método de investigação referido, determinaram os conceitos e estabeleceram a base do processo de investigação.

Perante este facto, decidiu-se dividir o estudo por três capítulos abordando diferentes questões da problemática em cada um deles.

No primeiro capítulo teve-se como objectivo responder à primeira pergunta derivada: "*Como é efectuada a exploração dos TDL existentes na FAP?*".



Para atingir este desiderato começou por definir-se o conceito de exploração após o que se efectuou um enquadramento geral da situação. Posteriormente evidenciou-se a necessidade e o propósito da exploração dos TDL e caracterizou-se aqueles que têm vindo a ser explorados no âmbito NATO. Por fim realçou-se o seu propósito e as dificuldades sentidas face aos desafios apresentados pelos teatros de operações modernos.

Desta caracterização ficou claro que, apesar das dificuldades sentidas devido ao facto de se operarem TDL com diferentes características, estes continuam a ser a única forma de disponibilizar, em tempo real, informação operacional, de vigilância, reconhecimento, empenhamento e informação da situação dos sistemas de armas, bem como, de disseminação de instruções tácticas que um comandante necessita para exercer a sua capacidade de C2.

Posteriormente, procedeu-se ao enquadramento no contexto nacional explicitando qual o propósito e modo como são explorados, nomeadamente no sistema POACCS e nas plataformas utilizadas pela FAP. No que diz respeito às plataformas operadas pela Força Aérea, restringiu-se o estudo ao F16MLU, P3C CUP+ e EH-101, tendo sido o critério de selecção a natureza das missões que lhe estão atribuídas, bem como, a pertinência da contribuição da informação dos sensores com que estão equipadas para efeitos de C2. Da avaliação efectuada ficou claro que a exploração dos TDL no POACCS está a ser efectuada de acordo com os parâmetros NATO, prevendo-se já a sua futura substituição pelo sistema ACCS. No que diz respeito às plataformas aéreas consideradas para efeitos deste estudo, apenas o EH-101 não possui qualquer capacidade TDL, inibindo-o de efectuar qualquer contribuição para efeitos de C2, bem como, inversamente, retirar vantagens operacionais, recebendo informação deste em tempo real.

No segundo capítulo começou por realçar-se a importância da interoperabilidade dos sistemas para o cabal cumprimento das missões que cada vez mais tendem a ser desenvolvidas em cenários de conflitos assimétricos e no âmbito de alianças multinacionais, NATO e não NATO, que operam diferentes sistemas de armas.

Embora a política NATO seja de caminhar para a definição de sistemas únicos e comuns, operáveis por todos os membros da Aliança, a fim de garantir elevados níveis de interoperabilidade, a realidade é heterogénea e complexa, nomeadamente no que concerne à exploração dos TDL.

Posteriormente, procedeu-se à definição do conceito de interoperabilidade à apresentação dos dois modelos que, para a comunidade militar, são os mais significativos



para a determinação de graus ou níveis de interoperabilidade de sistemas complexos: o modelo NMI, da NATO, e o LISI, publicado pelo DoD dos EUA. A compreensão destes modelos foi primordial para responder à segunda pergunta derivada (*Qual o grau de interoperabilidade existente entre os TDL explorados pela FAP?*) e testar a hipótese H1 (O grau de interoperabilidade dos TDL explorados pela FAP é elevado).

Com o objectivo de determinar qual o nível de interoperabilidade dos sistemas operados pela FAP, com base nos instrumentos de avaliação referidos anteriormente, elaborou-se um modelo que explicitasse as ligações que actualmente se podem estabelecer, com os TDL explorados pela FAP, entre o sistema POACCS e qualquer sistema de armas nacional ou estrangeiro.

Da aplicação do modelo NMI determinou-se o grau três (grau 3) de interoperabilidade (numa escala de 0 a 4). No entanto, não permitiu determinar qualquer diferença gradativa entre sistemas explorando *Link 11* e *Link 16*, o que era fundamental para este estudo. Com aplicação do modelo LISI, em virtude deste possuir um conjunto de indicadores mais diversificado, foi então possível uma maior diferenciação de resultados e determinar com maior precisão um nível de interoperabilidade dos sistemas explorados pela FAP. Da aplicação deste modelo resultou um nível dois (nível 2), sendo também a escala de zero a quatro (0 a 4), que foi considerado um nível médio.

A aplicação do modelo LISI permitiu ainda identificar os constrangimentos existentes que impedem a obtenção de um nível mais elevado perspectivando formas de resolução num futuro próximo.

No terceiro capítulo procurou responder-se à última pergunta derivada (*Qual o contributo dos vários TDL explorados, na capacidade de C2 da FAP?*), testar a hipótese H2. (A exploração simultânea de vários tipos de TDL aumenta a capacidade de C2) e integrar todo o estudo de forma a responder à pergunta de partida: "*Qual a importância da exploração e da interoperabilidade dos TDL para uma efectiva capacidade de Comando e Controlo (C2) na FAP?*". Para tal, começou por definir-se o conceito de Comando e Controlo numa perspectiva tradicional, designada por "visão típica", e numa perspectiva mais abrangente, designada por "visão bidireccional".

Posteriormente, procedeu-se, com base neste último conceito, ao estudo do sistema POACCS da FAP avaliando como contribui para disponibilizar ao comandante a informação que este necessita para exercer uma efectiva capacidade de C2. Ainda neste capítulo identificou-se, para cada um dos TDL explorados pela FAP, qual o seu contributo



específico para a capacidade de C2, a forma como cada uma das plataformas em estudo pode deles tirar partido para contribuir para a qualidade da informação disponibilizada e como podem estas tirar benefício operacional da informação partilhada. Foi ainda equacionado o modo como o comandante pode interagir e veicular as suas ordens de Comando e Controlo através dos TDL explorados.

Para finalizar este trabalho, pode concluir-se do estudo efectuado, que a FAP procede à exploração dos TDL ao nível das suas congéneres dos países que integram a NATO e debate-se com os mesmos desafios. A nível meramente nacional, a FAP tem efectuado boas opções no que toca ao apetrechamento das suas plataformas com este tipo de equipamentos, exceptuando-se o programa EH-101 que, devido à natureza da missão que desempenha, teria toda a vantagem que estivesse equipada com *Link 16*.

Nesta conformidade, recomenda-se:

- Ao EMFA/DIVCSI que conduza o estudo com vista à definição do requisito operacional *Link 16* para o EH-101.
- Ao CLAF/DEP que conduza o estudo de viabilidade técnica para o envio de imagem vídeo captada pelo P3 C+ para o CRC Monsanto.



## Bibliografia

- 7th Annual Conference on Systems Engineering Research 2009, 7th Annual Conference on Systems Engineering Research 2009, Loughborough University, Abril 2009;
- AAP-6 (2009). *NATO Glossary of Terms and Definitions*. Bruxelas: NATO NSA, APR2009
- AC/322-N/0638. *The BI-SC Data Link Migration Strategy*.
- CALL, Christopher, D. (2003). *US Army Special Forces Operational Interoperability with the US Army's Objective Force - The Future of Special Forces Liaison and Coordination Elements* [em linha] Fort Leavenworth, Kansas. [referência de 21 Novembro de 2009]. Disponível na Internet em: <<http://www.dtic.mil/cgibin/GetTRDoc?AD=ADA415849&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>>
- CARNEY, David., OBERNDORF, Patricia (2004). *Integration and Interoperability Models for Systems of Systems* [em linha]. Pitsburg, April 2004. [referência de 22 Novembro de 2009]. Disponível na Internet em: <<http://www.sei.cmu.edu/library/assets/sstcincose.pdf>>
- CAVACO, Fernando (2004). *Implementação do "Link16" no Sistema de Comando e Controlo Aéreo de Portugal (SICCAP)*. Sintra: Instituto de Altos Estudos da Força Aérea, 2001. Trabalho Individual de Pesquisa.
- CLARK, Thea., MOON, Terry (2001). *Interoperability for Joint and Coalition Operations*. Australian Defense Force Journal, N° 151, November/December 2001, pp. 23-36. Disponível na Internet em: <<http://www.dsto.defence.gov.au/publications/2901/Interoperability%20Paper.pdf>>.
- Despacho do CEMFA de 20OUT2009, aposto na Informação n.º 23272 do EMFA/DCSI, Actualização da Estratégia da Força Aérea para a Migração de "Data Links", Alfragide, EMFA, 12OUT2009
- IEEE, 1999. Institute of Electrical and Electronics Engineers. *IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*. New York, NY:1990.



- IEEE, 2000. Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Standards Information Network. IEEE 100, *The Authoritative Dictionary of IEEE Standards Terms*, Seventh Edition. New York, NY: IEEE 2000.
- IMSM-0123-2007, *ACO Joint Concept of Employment for Tactical Data Links in NATO*. 12 February 2007
- Joint Doctrine Pamphlet 2/01(JDP 2/01). Real-time Tactical Data, Oct2001 Edition.
- Krulak C. (1996), *Marine Corps Doctrinal Publication - Command and Control*, Department Of The Navy, Washington, D.C. 20380-177, October 1996. Disponível na internet em: <[www.dtic.mil/doctrine/jel/service\\_pubs/mcdp6.pdf](http://www.dtic.mil/doctrine/jel/service_pubs/mcdp6.pdf)>
- MIPCONOPS - FR - OWG, Ed: 1.1, Multilateral Interoperability Program - Concept of Operations, Greding, Germany, December 2003. Disponível na Internet em: <[http://www.mip-site.org/publicsite/02-Baseline\\_1.0/MIP\\_CONOPS-MIP\\_Concept\\_of\\_Operations/MIPCONOPS-FR-OWG-Edition1.1.pdf](http://www.mip-site.org/publicsite/02-Baseline_1.0/MIP_CONOPS-MIP_Concept_of_Operations/MIPCONOPS-FR-OWG-Edition1.1.pdf)>
- NTDLIP T/1, Rev 1, *NATO Tactical Data Link Implementation Plan*. Bruxelas, NATO HQ, April 2007
- QUIVY, Raymond, CAMPENHOUDT, LucVan (1998). *Manual de investigação em ciências sociais*. 2ª ed., Lisboa: Gradiva.
- Resolução do Conselho de Ministros nº 6/2003. Conceito Estratégico de Defesa Nacional
- STANAG 5501, Ed. 4. *Tactical Data Exchange - Link 1*. Bruxelas: NATO NSA, 28 February 2006
- STANAG 5511, Ed. 5. *Tactical Data Exchange - Link 11*. Bruxelas: NATO NSA, 28 February 2006
- STANAG 5516, Ed. 5. *Tactical Data Exchange - Link 16*. Bruxelas: NATO NSA, 24 May 2006
- STANAG 5522, Ed. 1. *Tactical Data Exchange - Link 22*. Bruxelas: NATO NSA, 26 January 2006
- TOLK, Andreas (2003). *Beyond Technical Interoperability – Introducing a Reference Model for Measures of Merit for Coalition Interoperability*. Virginia Modeling Analysis & Simulation Center, Old Dominion University, Norfolk, June 2003. Disponível na Internet em: <[http://www.dodccrp.org/events/8th\\_ICCRTS/pdf/084.pdf](http://www.dodccrp.org/events/8th_ICCRTS/pdf/084.pdf)>



Anexo A - Caracterização dos TDL

Tabela 4 - Caracterização dos TDL (Fonte: ACO Joint Concept of Employment for TDL in NATO, FEB2007)

LINK	LEGACY TDL					J-SERIES MESSAGE TDL		
	LINK 1	ATDL 1	LINK 11	LINK 11B	IJMS	LINK 16	LINK 22	VMF
DESCRIPTION	Point-to-Point	Point-to-Point	Maritime & Air Surveillance Tactical Data Link	Shore Based Weapons Tactical Data Link	Interim Tactical Data Exchange Link for NADGE	Tactical Data Exchange Link	Tactical Data Exchange Link (To replace Link11)	Tactical Data Exchange VMF (To replace TACFIRE, etc.)
OPERATIONAL AREA	Air Defence & Surveillance	Air Defence	Maritime & Air Surveillance	Army, AF	Maritime & Air Surveillance	Joint/Combined	Joint/Combined	Joint/Combined
OPERATIONAL FUNCTION	Exchange of tactical air defence and control information in fixed digital message format	Exchange of tactical air defence and control information in fixed digital message format	Compiled picture, weapon command & control data exchange to computer (the Link11 dedicated computer is called TDS)	Compiled picture, weapon command & control data exchange to computer (the Link11 dedicated computer is called TDS)	Two way TDMA high capacity nodeless net on time slot broadcast (basis+navigation+identification)	Two way TDMA high capacity nodeless net on time slot broadcast (basis+navigation+identification)	Two way Dynamic TDMA(DDTMA) high capacity nodeless net on time slot broadcast	Two way medium capacity nodeless net for media-independent use in bandwidth constrained
CONNECTION	SERIAL Point-to-point	SERIAL Point-to-point	Node controlled network or broadcast	Point-to-Point	Nodeless time slot bases broadcast TDMA	Nodeless time slot broadcast TDMA	Nodeless time slot bases broadcast TDMA	Nodeless network
DATA RATE b/s	600-2400	50 duplex or 600-2400 simplex	1365-2250	600-2400	25000-238000	25000-238000	Up to 3600 (HF) Up to 16000 (UHF)	Variable
TRACK CAPACITY	768 track numbers (15 bit)	768 track numbers (15 bit)	4096 track numbers (12 bit)	4096 track numbers (12 bit)	524288 track numbers (19 bits)	524288 track numbers (19 bits)	Up to 125 participants per Super Network. 448000 track numbers of 19 bits.	Variable
RADIO RANGE	N/A	N/A	HF 500 NM, UHF 300 NM (GAG) GG 30 NM	HF, UHF Radios, GG Comms	UHF LOS/300 NM UHF BLOS 500 NM	UHF LOS/300 NM UHF BLOS 500 NM	HF up to 1000 NM, UHF up to 300 NM (GAG); 30 NM GG extendable by relay	LOS 30 NM GAG 300 NM SATCOM
MESSAGE FORMAT	S-series messages	B-series messages	M-series messages	M-series messages	Interim J-series messages	J-series messages	F/FJ-series messages	K-series messages
ECM RESISTANCE	NO	NO	NO	NO	YES	YES	YES, UHF/HF EPM	YES
VOICE CAPABILITY	NO	NO	NO	NO	YES	YES	NO	YES
SECURITY ENCRYPTION	NO	YES-MSEC only (KG30, 84, 94A, 194A)	YES-MSEC only (KG40)	YES-MSEC only (KG30, 84, 94A, 194A)	YES-MSEC+TSEC (KGV-8)	YES-MSEC+TSEC (KGV-8 embedded)	YES-MSEC+TSEC (KIV-21 embedded)	Possible/Media independent
ERROR CORRECTION	NO	NO	YES	YES	YES	YES	YES	YES



## Anexo B - Sensores e Sistemas de comunicação do F-16 MLU-M5

Tabela 5 - Sensores do F-16 MLU-M5 (Fonte Esq. 301)

Sensores				
Activos		Passivos		Outros
Radar	Guerra Electrónica	Electro-óptico	Guerra Electrónica	
APG-66 (V2)	POD ALQ-131	Targeting POD (Laser e IR) (Vídeo -via Rover)	EWMS: <ul style="list-style-type: none"><li>• RWR SPS-100(V5)<ul style="list-style-type: none"><li>• Chaff</li><li>• Flares</li></ul></li><li>• POD ALQ131</li></ul>	Joint Helmet mounted Cueing System (JHMCS)

Tabela 6 - Sistemas de Comunicação do F-16 MLU M5 (Fonte Esq. 301)

Sistemas de Comunicação		
Voz		Dados
VHF	UHF	Data Link
Rádio ARC-164	Rádio ARC-164 (Com módulo Anti-jamming Have Quick II)	Link 16 (MIDS LVT) Improved Data Modem (IDM)



**Anexo C - Sensores e Sistemas de comunicação do P-3C CUP+**

**Tabela 7 - Sensores do P-3C CUP + (Fonte Esquadra 601)**

<b>Sensores</b>					
Activos		Passivos			
Radar	Guerra Electrónica	Electro-óptico	Guerra Electrónica	Magnético	Acústico
ISAR/Strip SAR/Spot SAR MTI/GMTI Air Picture	POD ALQ-131	Wescam MX-15D (Vídeo/IR)	ESM com RWR MWS	Digital MAD CAE	USQ-78 AR/TR

**Tabela 8 - Sistemas de Comunicação do P-3C CUP+ (Fonte Esquadra 601)**

<b>Sistemas de Comunicação</b>				
Voz				Dados
HF	VHF	UHF	SAT	
ARC-210	SINGARS	SINGARS (Have Quick II)	SATCOM INMARSAT	<i>Link 16 (JTIDS)</i> <i>Link 11 (TADIL)</i> TCDL (Vídeo) MITTS-ICE (Imagem e Texto) RATT (UHF/HF)



## Anexo D - Sensores e Sistemas de comunicação do EH-101 MERLIN

Tabela 9 - Sensores do EH-101 (Fonte: Esquadra 751)

Sensores					
Activos		Passivos			Outros
Radar	Guerra Electrónica	Electro-óptico	Guerra Electrónica	Magnético	
APS-717P	N/A	FLIR STAR SAFIRE	RWR SKY GUARDIAN 2000	N/A	MWS NA/AA R-54

Tabela 10 - Sistemas de Comunicação do EH-101 (Fonte Esquadra 751)

Sistemas de Comunicação			
Voz			Dados
HF	VHF	UHF	
ELMER SRT 170/M6	ANDVT AIRTERM KY-100	ANDVT AIRTERM KY-100 CV/UHF ELMER SRT-651/N-SH	N/A



## **Anexo E - Modelo NMI**

O modelo NMI tal como é apresentado na NATO C3 *Technical Architecture* é apenas constituído por 4 Graus (de 1 a 4) que se subdividem em Sub-graus. Tolk (2003) e Carney (2004) bem como outros autores, fazem referência também ao Grau 0, que para efeitos deste estudo se considera importante.

### **GRAU 0: Troca de dados inexistente**

Este nível implica a não existência de conexão física entre entidades.

Segundo Tolk (2003) é aplicável a sistemas que apenas permitem troca de informação por voz.

### **GRAU 1: Troca de dados não estruturada**

Este nível considera que existe troca de dados não estruturados, interpretáveis humanamente, tais como, texto livre expresso em estimas operacionais, análises e outros documentos. Os Sub-graus considerados são:

- Conectividade de rede;
- Troca básica de documentos;
- Troca básica de mensagens informais.

### **GRAU 2: Troca de dados estruturados**

Este nível prevê a existência de troca de dados estruturados, humanamente interpretáveis, destinados ao processamento manual ou automático, mas que requer compilação, recepção e/ou envio manual da mensagem. Os Sub-graus considerados são:

- Troca melhorada de mensagens informais;
- Troca melhorada de documentos;
- Gestão de rede;
- Sobreposição de mapas/Troca de gráficos;
- Serviços de directoria;
- Acesso a serviços WEB;
- Aplicações multi-ponto;
- Troca de informação sob a forma de objectos.



### **GRAU 3: Partilha integral "*seamless*" de dados**

Este nível envolve a partilha de dados de forma automatizada entre sistemas baseados num modelo de troca comum. Os Sub-graus considerados são:

- Troca de mensagens formais;
- Troca de dados comuns;
- Gestão do sistema;
- Gestão de sistemas seguros;
- Gestão de segurança;
- Troca de dados em tempo-real.

### **GRAU 4: Partilha integral "*seamless*" de informação**

É uma extensão do Grau 3. Este nível considera que existe uma interpretação universal da informação através do processamento cooperativo da informação. Os Sub-graus são:

- Troca comum de informação;
- Aplicações distribuídas.



**Anexo F - Modelo LISI**

O Modelo LISI publicado pelo Departamento de Defesa (DoD) dos Estados Unidos e descrito por (Tolk, 2003) é o seguinte:

Nível (Ambiente)		Atributos de interoperabilidade				
		Procedimentos	Aplicações	Infra-estrutura	Dados	
Empresa (universal)	4	c	Multi-nacional	Interactivo	Topologias Multi-dimensionais	Modelos de empresa cruzados
		b	Intra-governamental			Modelos de empresa
		a	Departamento de Defesa	Cortar e colar objectos		
Domínio (integrado)	3	c	Domínio	Dados partilhados	Rede Alargada (WAN)	DBMS
		b		Colaboração em grupo		Modelos de Domínio
		a		Cortar e colar texto		
Funcional (Distribuído)	2	c	Ambiente de operação comum	Motor de busca	Rede Local (LAN)	Modelos de programa & formatos de dados avançados
		b		Aplicação Office		
		a	Programa	S. Mensagens avc.	Rede	
Conectado (ponto-a-ponto)	1	d	De acordo com padrões	S. Mensagens bsc.	Dois sentidos	Formatos básicos de dados
		c		Transferência ficheiros		
		b	Perfil de segurança	Interacção simples	Um sentido	
		a				
Isolado (manual)	0	d	Procedimentos de troca de Media	Não aplicável	"Media" retirável	Formatos de "media"
		c	Controlos de acesso de pessoal		Reentrada manual	Dados privados
		b				
		a				
		0				

Figura 4 - Modelo LISI (Fonte: Tolk, 2003)

Como podemos observar apresenta quatro domínios onde a troca de informação tem impacto:

- Procedimentos e políticas;
- Aplicações;
- Infra-estruturas;
- Dados.

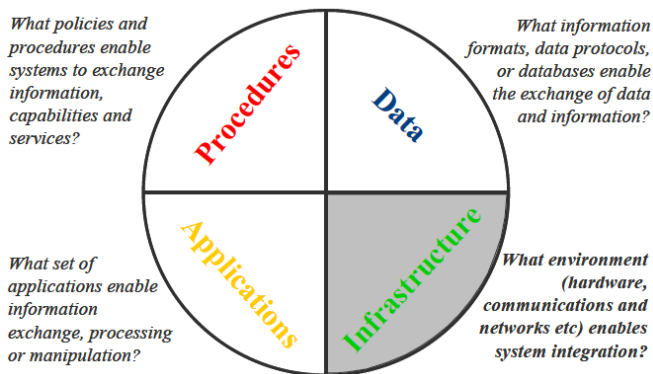


Figura 5 - Domínios de interoperabilidade (Fonte: Clark, 2001)



Para cada um destes domínios existe um nível de interoperabilidade:

- **Nível 0** - Isolado (Manual) - Não ligado; Utilização de mecanismos manuais (e.g. disquete);
- **Nível 1** - Ligado (Ponto-a-ponto) - Ligação electrónica; Dados e aplicações separadas;
- **Nível 2** - Funcional (Distribuído) - Funções mínimas comuns; Dados e aplicações separadas;
- **Nível 3** - Domínio (Integrado) - Dados partilhados; Aplicações separadas;
- **Nível 4** - Empresa (Universal) - Manipulação interactiva; Dados e aplicações partilhados.

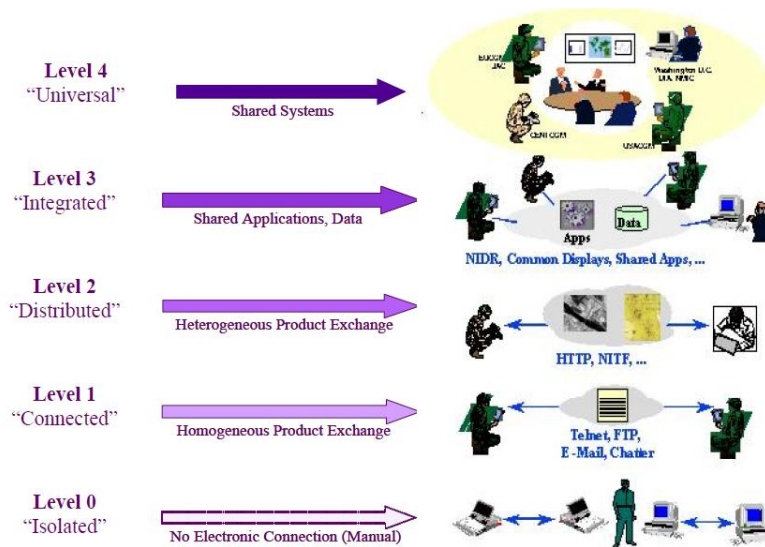


Figura 6 - Níveis de Interoperabilidade (Fonte: Tolk, 2003)