

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR
2017/2018**



TII

**FEDERAÇÃO DE REDES DE MISSÃO OTAN -
IMPACTO NAS INFRAESTRUTURAS DE REDE DAS FORÇAS
ARMADAS**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

**Alexandra Adelínovna Guerra Inácio
Primeiro-tenente de Engenharia Naval - Ramo de Armas e Eletrónica**



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**FEDERAÇÃO DE REDES DE MISSÃO OTAN -
IMPACTO NAS INFRAESTRUTURAS DE REDE DAS
FORÇAS ARMADAS**

1TEN EN-AEL Alexandra Adelínovna Guerra Inácio

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-M

Pedrouços 2018



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**FEDERAÇÃO DE REDES DE MISSÃO OTAN -
IMPACTO NAS INFRAESTRUTURAS DE REDE DAS
FORÇAS ARMADAS**

1TEN EN-AEL Alexandra Adelinovna Guerra Inácio

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-M

Orientador: Capitão-mar-e-guerra Helder Manuel Fialho de Jesus

Coorientador: Capitão-de-fragata José Alberto Rosário dos Santos
Gonçalves

Pedrouços 2018



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **Alexandra Adelínovna Guerra Inácio**, declaro por minha honra que o documento intitulado **Federação de redes de missão OTAN - impacto nas infraestruturas de rede das Forças Armadas** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **Curso de Promoção a Oficial Superior de Marinha 2017/2018** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas. Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **18 de maio de 2018**

Alexandra Adelínovna Guerra Inácio
Primeiro-tenente



Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao Capitão-mar-e-guerra Helder Manuel Fialho de Jesus pela orientação e apoio que deu ao longo do desenvolvimento deste trabalho de investigação. Ao Capitão-de-fragata José Alberto Rosário dos Santos Gonçalves pela co-orientação e ajuda de carácter académico.

Agradeço igualmente ao Estado-Maior General das Forças Armadas (EMGFA), ao Capitão-tenente João Frederico Vasconcelos Beleza Vaz pelo enquadramento do problema, tempo, inspiração e informação que disponibilizou.

À Direção de Tecnologias de Informação e Comunicações (DITIC), nomeadamente ao Capitão-tenente Luís Miguel Mendes Simões pela sua abordagem objetiva, sucinta e concreta do problema estudado. Ao Primeiro-tenente Nuno Miguel dos Santos Caeiro pela ajuda prestada e o tempo dispendido. Ao Primeiro-tenente Germano Gonçalves Capela pela informação técnica e apoio.

Ao Comando Naval, nomeadamente ao Capitão-tenente Carlos da Silva Lopes de Oliveira, pela disponibilidade e informação facultada.

Agradeço ao Instituto Superior Técnico, nomeadamente ao Professor Luís Manuel de Jesus Sousa Correia pela orientação técnica, contribuições valiosas e disponibilidade.

À Direção de Navios, ao camarada de curso, Primeiro-tenente Nuno Ricardo Reis Neves pela colaboração e contributos.

E também ao camarada de curso Primeiro-tenente Flávio André Pereira Eusébio, pelo apoio que facultou no âmbito de funções que desempenha no EMGFA.

À minha família por todo apoio que me deu ao longo deste processo.



Índice

Introdução	1
1. Enquadramento e justificação do tema	4
2. Objetivos e síntese metodológica	7
2.1. Objeto do estudo e sua delimitação	7
2.2. Objetivos da investigação	7
2.3. Questão central, questões derivadas e hipóteses.....	7
2.4. Breve síntese da metodologia da investigação	8
3. Requisitos de interoperabilidade da capacidade FMN definidos para as infraestruturas de RM (fixas e móveis) delimitadas à espiral 1 (SP1).....	10
4. Análise do estado de interoperabilidade das infraestruturas de RM (fixas e móveis) das FFGH	14
5. Modificações a efetuar nas infraestruturas de rede FFGH	26
6. Avaliação do impacto resultante da implementação rede FMN nas FFGH na perspetiva DOTMLPFI	29
Conclusões.....	32
Bibliografia.....	35

Índice de Anexos

Anexo A — Requisitos da rede FMN para os diferentes afiliados (tipos A, B e C). Anx A-1	
Anexo B — Desenvolvimento das Espirais (Graça, 2017) (NATO, 2014).....	Anx B-1

Índice de Apêndices

Apêndice A — Resumo do Processo de Investigação.....	Apd A-1
Apêndice B — Entrevista - DITIC.....	Apd B-1
Apêndice C — Entrevista - Comando Naval	Apd C-1
Apêndice D — Entrevista à DITIC – Primeiro-tenente Gonçalves Capela	Apd D-1

Índice de Figuras



Figura 1 – FMN permite agregar na mesma rede diferentes redes e diferentes tipos de afiliados, com diferentes níveis de acesso à informação.	2
Figura 2 – As Metas (<i>Milestones</i>) “serão alcançadas através de uma abordagem incremental com o recurso a espirais”	4
Figura 3 – As SP desenvolvem-se através de uma sucessão de “passos discretos” – a maturidade da rede é diretamente proporcional ao número de espirais implementadas.	5
Figura 4 – “Componentes de TI, plataforma, serviços TI e infraestrutura de TI de uma organização”	10
Figura 5 – ITI das FFGH - principais tipologias de acesso à rede exterior são SATCOM (navio em missão) e ligação por cabo de fibra ótica (navio atracado em portos nacionais com capacidade <i>In-Port Communications</i> (INPORTCOMM))	14
Figura 6 – Exemplo - representação de um possível fluxo de comunicações satélite que poderá ocorrer numa RM FMN. Unidades da força: FFPT, FFSP, FFCOM, TTSP. Estações em terra nos países de origem: PT e SP. Note-se que a ligação entre as estações em terra poderá ser efetuada via fibra ótica ou outras alternativas.	16
Figura 7 – Arquitetura de rede para serviços de transporte <i>all-IP</i> (NetIP).....	18
Figura 8 – <i>NetIP</i> e classificação de dados	18
Figura 9 – <i>NetIP</i> providencia capacidade para estabelecer comunicações através de diversos canais físicos.	19
Figura 10 – Arquitetura MTWAN - conceito genérico proposto no ACP 200 (B).....	20
Figura 11 – Configuração de um navio dos EUA de modo a integrar MTWAN - ACP 200(B)	20
Figura 12 – Projeto <i>SMART-Navigation</i> –comunicações LTE junto da costa para a navegação mercante.	21
Figura 13 – Comunicações 5G podem ser complementares a SATCOM.	22
Figura 14 – Exemplo - integração da tecnologia 4G LTE.....	23
Figura 15– “Vista de uma rede ad hoc móvel e sem fios no terreno (Extraído de [COTS11])”.....	24
Figura 16 – Ilustração interoperabilidade ao nível de <i>gateways</i> ao nível dos TDL	25



Figura 17 - Arquitetura da Rede de Marinha (ARM) divide-se em duas redes: baixo e alto nível de classificação.	27
Figura 18 – ITI das FFGH - segregação das diferentes redes a bordo é efetuada por um router.	27
Figura 19 – Principais ideias e conceitos abordados no TI	34
Figura 20 - Requisitos de processos e de procedimentos para diferentes tipos de afiliados.	Anx A-1
Figura 21 - Requisitos técnicos para diferentes tipos de afiliados.	Anx A-1
Figura 22 - Requisitos de conformidade para diferentes tipos de afiliados.....	Anx A-1
Figura 23 – Requisitos mínimos a nível de recursos humanos para diferentes perfis. Anx A-2	
Figura 24 - Perfil dos cargos de gestão.	Anx A-2

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Síntese da metodologia de investigação	8
Tabela 2 – Protocolos e Camadas da Arquitetura Internet TCP/IP definidas pela ISO	11
Tabela 3 – Requisitos FMN da SP1 – remetem para uma rede TCP/IP	12
Tabela 4 – Limitações identificadas para utilização dos serviços da RM FMN identificados para FFGH.	15
Tabela 5 – Lacunas identificadas na perspetiva DOTMLPFI para a implementação da rede FMN.	29
Tabela 6 - Desenvolvimento das Espirais nº1,2,3	Anx B-1
Tabela 7 - Resumo do processo de investigação	Apd A-1



Resumo

Em 2015, Portugal, por via das Forças Armadas (FFAA), aderiu ao projeto de edificação da capacidade *Federated Mission Networking* (FMN) coordenado pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), e que irá permitir às FFAA integrar redes de missão (RM) internacionais.

O FMN tem vindo a ser edificado por fases, que irão permitir aos afiliados ter acesso a um progressivamente maior leque de serviços e capacidades, visando principalmente o incremento do comando e controlo (C2) das operações.

O presente trabalho de investigação (TI) teve como principal objetivo efetuar uma análise do estado de interoperabilidade das infraestruturas de rede das fragatas (FFGH) da Marinha Portuguesa (MP) com o FMN.

Concluiu-se que as FFGH são interoperáveis com o FMN e que as arquiteturas de rede existentes se encontram em processo de alteração no sentido convergente com as necessidades do FMN. No entanto, foram identificadas algumas lacunas existentes no processo de implementação do FMN da MP conforme abordagem DOTMLPFI¹.

Para alcançar os objetivos elencados, foi utilizada investigação qualitativa e desenho de pesquisa do tipo Estudo Caso. Foram efetuadas entrevistas exploratórias e semiestruturadas, bem como a recolha e a análise documental.

Palavras-chave

FMN, Redes de missão federadas, OTAN, Comando e Controlo, C2, Interoperabilidade, FFAA, Marinha, FFGH, EMGFA, Infraestruturas de rede, Tecnologias de Informação, TCP/IP, LTE, Espiral

¹ DOTMLPFI - *Doctrine, Organization, Training, Material, Leadership, Personnel, Facilities, Interoperability*.



Abstract

In 2015, Portuguese Armed Forces joined the Federated Mission Networking (FMN) project, coordinated by North Atlantic Treaty Organization (NATO). that will provide to Allies the capability to operate interoperable mission networks (MN).

FMN is being implemented through spirals (SP), that correspond to degrees or levels of services and network capabilities, that are being progressively incremented, with the final purpose to provide to the end users and to the command and control (C2) cells access to an integrated, validated, compiled, and effectively needed information.

The main purpose of the present investigation was to analyse the level of interoperability of information technology infrastructures (ITI) that are available at Portuguese Navy Frigates (FFGH) with the FMN requirements.

It was concluded that FFGH are interoperable with FMN and that the network architectures are evaluated in compliance with FMN requirements. However, there were identified some gaps in the implementation process of the FMN capability when DOTMLPFI approach was followed.

It was used qualitative research and study design strategy to evaluate the investigation. Exploratory and semi-structured interviews were made, as well as documentary collection and its analysis.

Keywords

FMN, Federated Mission Networking, NATO, Command and Control, C2, Interoperability, Armed Forces, Navy, FFGH, Armed Forces General Staff (Portugal), Information technology infrastructures (ITI), TCP/IP, LTE, Spiral



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

- AMN - *Afghanistan Mission Network*
- ARM – Arquitetura de Referência da Marinha
- BLOS – *Beyond Line of Sight*
- COMNAV – Comando Naval
- CWIX - *Coalition Warrior Interoperability eXercise*
- C2 – Comando e Controlo / *Command and Control*
- C4ISTAR - Comando, Controlo, Comunicações, Computação, Inteligência, Vigilância, Aquisição de Alvos e Reconhecimento
- C5ISR - *Coalition, Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance*
- DIRCSI - Direção de Comunicações e Sistemas de Informação
- DITIC – Direção de Tecnologias de Informação e Comunicações
- DOTMLPFI - *Doctrine, Organization, Training, Material, Leadership, Personnel, Facilities, Interoperability*
- ECM – *Electronic Countermeasures*
- Email – *Electronic Mail Services*
- EMGFA – Estado-Maior General das Forças Armadas
- EUA - Estados Unidos da América
- FFAA – Forças Armadas
- FFBD – Fragata da Classe *Bartolomeu Dias*
- FFGH - *Guided Missile Frigate with Helicopter*²
- FFVG – Fragata da Classe *Vasco da Gama*
- FMN – *Federated Mission Networking*
- Gbps – Giga bit por segundo
- HF – *High Frequency*
- INPORTCOMM – *In Port Communications*
- IP – *Internet Protocol*
- IT - *Information Technology*
- ITI - *Information Technology Infrastructures* (Infraestruturas de rede)

² No âmbito deste TI, as FFVG e FFBD serão designadas genericamente por FFGH



JTIDS/MIDS - *Joint Tactical Information Distribution System / Multi-functional Information Distribution System*

kbps – kilo bit por segundo

LB – Largura de Banda

LINK 11/22 - *Maritime Tactical Data Link 11 or 22*

LINK 16 - *Tactical Digital Information Link (TADIL J), equivalent to JTIDC/MIDS*

LOS – *Line of Sight*

LTE – *Long Term Evolution*

LTE-A – *Long Term Evolution Advanced (ou LTE Avançado)*

Mbps – Mega bit por segundo

MCC - *Mission Critical Communications*

MLU – *Mid Life Upgrade*

MMHS – *Military Messaging Handling over SHTTP (STANAG 4406)*

MN – *Mission Network*

MTWAN – *Maritime Tactical Wide Area Network*

NAC - *North Atlantic Council*

NATO – *North Atlantic Treaty Organization*

NCIA – *NATO Communications and Information Agency*

NDPP - *NATO Defence Planning Process*

NetIP – *Arquitetura de rede para serviços de transporte all-IP*

NFIP – *NATO Federated Mission Networking Implementation Plan*

NMC - *NATO Military Committee*

NOC – *Network Operations Center*

NRF - *NATO Response Force*

NSWAN – *NATO Secret WAN*

ODT - *Organismo de Direção Técnica*

OE – *Objetivos Específicos*

OG – *Objetivo Geral*

ONU – *Organização das Nações Unidas*

OTAN – *Organização do Tratado do Atlântico do Norte*

QC – *Questão Central*

QD – *Questão Derivada*

RH – *Recursos Humanos*



RM – Rede ou Redes de Missão

SATCOM - *Satellite Communications* (ou Comunicações por Satélite)

SI – Sistemas de Informação

SIRESP - Sistema Integrado de Redes de Emergência e Segurança de Portugal

SNMG1 – *Standing NATO Maritime Group 1*

STANAG - *Standardization Agreement*

STANAVFORLANT - *Standing Naval Force Atlantic*

SP – Espiral (SP1 – Espiral 1, SP2 - Espiral 2, etc.)

TI – Trabalho de Investigação

TCP – *Transmission Control Protocol*

TDL – *Tactical Data Link*

TETRA - *Terrestrial Trunked Radio*

TGAN – *Task Group Area Network*

TI – Tecnologias de Informação

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicações

UE – União Europeia

UHF – *Ultra-High Frequency*

USS - *United States Ship*

VHF – *Very High Frequency*

VoIP – *Voice over IP*

WAN – *Wide Area Network*

3G – Terceira Geração da tecnologia de telecomunicação móvel sem fio (rede celular)

4G – Quarta Geração da tecnologia de telecomunicação móvel sem fio (rede celular)

/ internet móvel

5G - Quinta Geração da tecnologia de telecomunicação móvel sem fio (rede celular)

/ internet móvel



Introdução

Portugal integra diversas alianças internacionais que permitem ao país afirmar os seus interesses num mundo globalizado e progressivamente multipolarizado. Na área da defesa, Portugal é membro da OTAN desde 4 de abril de 1949 (Acheson, 2000), reforçando deste modo a defesa, soberania e interesses estratégicos do país. A integração das FFAA portuguesas em forças e exercícios internacionais (STANAFORLAND, SNMG1, etc.) começou a ocorrer em grande escala a partir do início da década de noventa (Sousa, 2011) (Branco, 2015), tendo incrementado as FFAA com equipamentos, procedimentos, treino, etc. interoperáveis com forças multinacionais da ONU, OTAN, entre outras.

Paralelamente, a evolução tecnológica levou à atualização contínua dos requisitos e das capacidades dos aliados, potenciando assim o desenvolvimento dos meios da OTAN. Em particular, o rápido desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicações (TIC) dos últimos cinquenta anos fez evoluir os processos de recolha e tratamento da informação, bem como os processos de decisão, o que se refletiu por sua vez na reformulação e na atualização contínua dos requisitos de diferentes capacidades das forças da OTAN. De modo a dar resposta aos requisitos cada vez mais exigentes, os aliados encontraram soluções que, por vários motivos, nem sempre eram tecnologicamente semelhantes e/ou compatíveis entre si. Foram principalmente as opções económicas nacionais, que ditaram as soluções encontradas para a indústria de cada estado/nação.

Atualmente, o sucesso das missões constituídas por forças multinacionais depende em grande medida de uma gestão dinâmica e integrada da informação, bem como da interoperabilidade dos meios e das capacidades dos aliados de modo a suportar a estrutura de Comando e Controlo (C2) das forças da OTAN. A operação no Afeganistão (de 2001 à presente data), na qual Portugal tomou parte ativa, permitiu identificar lacunas nas redes de C2 existentes e comprovar a importância e a necessidade de partilhar a informação relativa às missões da OTAN de forma totalmente interoperável e integrada (Ebbutt, 2013).

Após vários estudos, surgiu o conceito de rede de missão (*Mission Network*, MN), que consiste numa rede, configurada para uma determinada operação ou cenário, sobre a infraestrutura da OTAN, e que assegura aos diferentes aliados a interoperabilidade e acesso partilhado à informação. A principal aplicação do conceito de MN foi precisamente na operação do Afeganistão, com a criação da RM do Afeganistão (*Afghanistan MN*, AMN) (Ebbutt, 2013).



Em novembro de 2012, após a aprovação dos aliados e do Comité Militar da OTAN (*NATO Military Committee, NMC*), foi criado o Conceito de RM do Futuro (*Future Mission Network Concept*). Assim, a rede federada de missão do futuro não tem necessariamente, e ao contrário da AMN, um núcleo único e centralizador, permitindo a estas redes serem criadas e funcionar na ausência das estruturas OTAN (Ebbutt, 2013).

Em janeiro de 2015 o Concelho da OTAN (*North Atlantic Council, NAC*) aprovou o plano de implementação³ de RM Federadas (*Federated Mission Networking, FMN*) (Lambert, 2015) onde ficou definido que a capacidade FMN teria como principal propósito apoiar a estrutura de C2 e a tomada de decisão da estrutura OTAN, dos seus aliados e parceiros através de uma melhor partilha da informação. Assim, o FMN é uma federação de RM constituída por pessoas, processos e tecnologia de modo a permitir planear, preparar, estabelecer, usar ou terminar RM para suportar operações federadas, constituindo-se assim numa capacidade (NATO Communications and Information Agency, 2017).

O FMN permite integrar diferentes tipos de afiliados: a estrutura da OTAN, os aliados, outras entidades, governamentais ou privadas, existindo diferentes tipos de acesso à informação (Figura 1). Apesar da OTAN ter sido a promotora deste projeto, neste momento esta constitui apenas mais um afiliado do FMN.

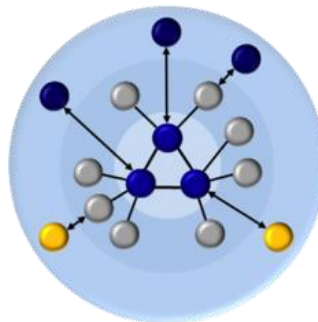


Figura 1 – FMN permite agregar na mesma rede diferentes redes e diferentes tipos de afiliados, com diferentes níveis de acesso à informação.

Fonte: (NATO Communications and Information Agency, 2017).

³ **NATO FMN Implementation Plan** – “Allied Command Transformation (ACT) has developed the NATO FMN Implementation Plan, in coordination with Allied Command Operations (ACO) and the NATO Communications and Information (NCI) Agency. The Plan encompasses a collective intention to establish an enduring enabling capability. This capability is not a pure technical solution of Communication and Information Systems (CIS). FMN implementation delivers a “toolset” of processes, organisations, technology, training, instructions and standards, coordinated and provided by NATO, NATO Nations and non-NATO entities cooperating.” (Ali, 2016)



O FMN assenta em três pilares fundamentais, essenciais e necessários para a solução do problema, nomeadamente o nível da Gestão da Governação (*Governance and Management*), o nível de Estrutura (*Framework*) e o nível das RM, estando estes vetores assentes em requisitos operacionais, requisitos técnicos e em princípios e procedimentos de operação comuns. A descrição detalhada destes pilares encontra-se em doutrina OTAN (NATO, 2014), bem como no trabalho de investigação (TI) referenciado (Graça, 2017).

A Governação define o enquadramento, os objetivos, as políticas, os regulamentos, as normas, permitindo uma utilização responsável dos recursos, bem como uma avaliação correta dos riscos associados. A Gestão do FMN transpõe as estratégias definidas ao nível da Governação para planos específicos, tais como exercícios, treino, gestão do risco (Graça, 2017).

A Estrutura (*Framework*) do FMN consiste numa “base permanente contínua, de processos, planos, modelos, arquiteturas empresariais, componentes de capacidades e ferramentas, necessários à preparação (planeamento), desenvolvimento, implantação, operação, evolução e encerramento das RM” (Graça, 2017), ou seja, abrange todo o conjunto de medidas estruturantes que devem ser implementadas de forma antecipada e planeada (NATO, 2014).

As RM são criadas para fins específicos e definidas através de medidas não materiais (doutrina, procedimentos, normas, etc.) e de medidas materiais (emprego de infraestruturas, serviços, redes, etc.). Cada RM é construída e funciona de acordo com um modelo previamente definido e aprovado pelos afiliados que constituem a respetiva rede.

A afiliação de Portugal em 2015 (Eusébio, 2017) (MDN, 2016), através das FFAA, a este projeto procura dar cumprimento à exigência imposta aos Aliados pelo Processo de Defesa e de Planeamento OTAN (*NATO Defence Planning Process*, NDPP), requerendo, por isso, um envolvimento alargado e efetivo por parte do Estado-Maior General das Forças Armadas (EMGFA) e dos Ramos.

1. Enquadramento e justificação do tema

O projeto de desenvolvimento do FMN decorrerá até, pelo menos, ao ano de 2030 (Friedrich, 2014), estando dividido em cinco níveis designados de espirais (TACOMS-EA Frontend, 2017). Cada espiral (SP) permite a uma força ou a um afiliado aceder a um determinado conjunto de capacidades de forma incremental. Assim, se uma força ou afiliado estiver suportado na SP1, terá acesso a um conjunto básico de serviços, tais como “Serviços Humano-Humano (mensagens informais, colaboração baseada em texto, áudio e vídeo, etc.) e Habilitação de Serviços (Comunicações, *Domain Naming*, Tempo distribuído, Autenticação, Sincronização de diretoria” (Graça, 2017). Uma força ou afiliado que esteja suportado na SP2, terá um conjunto adicional de serviços, e assim sucessivamente. A Tabela 6 (Anexo B) resume as capacidades definidas para as três primeiras espirais (Graça, 2017)⁴.

A implementação das espirais depende do desenvolvimento integrado da capacidade FMN na perspetiva DOTMLPFI, e decorre de forma sequencial, sendo que os níveis superiores dependem da conclusão dos níveis inferiores. É importante referir que a primeira SP já permite criar uma RM que pode ser utilizada em determinados cenários reais (Eusébio, 2017). Quanto mais completas forem as capacidades das RM, melhor será o suporte ao C2. As ideias subjacentes encontram-se representadas nas figuras que se seguem (Figuras 2 e 3).

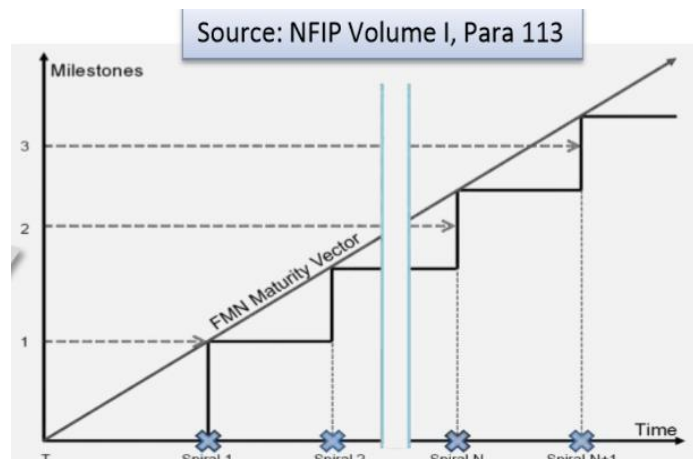


Figura 2 – As Metas (*Milestones*) “serão alcançadas através de uma abordagem incremental com o recurso a espirais”

Fonte: (NFIP Volume I, para 113) (Graça, 2017)

⁴ O conceito FMN é efetivamente este. No entanto, na prática, existem algumas exceções uma vez que nem todos os serviços são incrementais, não existindo nestes casos retro compatibilidade (Simões, 2018)

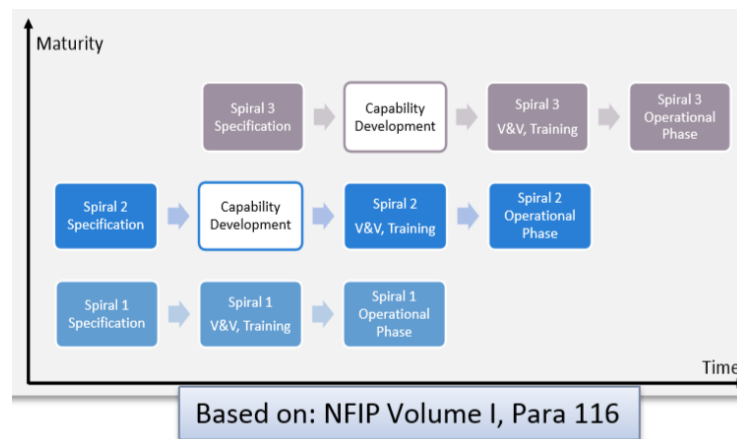


Figura 3 – As SP desenvolvem-se através de uma sucessão de “passos discretos” – a maturidade da rede é diretamente proporcional ao número de espirais implementadas.

Fonte: (Graça, 2017) (NFIP, Volume I, para 116)

Os afiliados devem ter capacidade para operar e desenvolver redes FMN, efetuar ações de gestão e cumprir com requisitos de segurança e interoperabilidade. Existem três tipos de afiliação ao FMN: A, B e C. Estas tipologias definem o grau de envolvimento de cada entidade para com o projeto. Portugal assumiu-se como um afiliado do tipo B (Eusébio, 2017) (MDN, 2016), designada *Mission Network Extension*, que de acordo com (EMGFA, 2016) é a “que melhor serve o interesse operacional das FFAA, pois permite dotá-las internamente de sistemas de informação (SI) e comunicações interoperáveis com os sistemas das outras nações, permitindo a atuação em missões militares com esses países no âmbito da OTAN, EU e ONU. [...] A opção intermédia B implica [...] uma plena interoperabilidade interna (entre ramos) e um perfeito alinhamento nos investimentos de sistemas e equipamentos de comunicações e SI das FFAA [...]”.

Os requisitos definidos para os diferentes tipos de afiliação encontram-se expostos nas figuras do Anexo A (Figuras 20, 21, 22, 23 e 24), sendo estes de natureza procedimental, técnicos, de conformidade e de recursos humanos.

Considerando a abrangência destes requisitos, o presente TI focou-se especificamente no primeiro requisito técnico conforme ilustrado na Figura 21, nomeadamente ao nível das infraestruturas de rede (ITI) conformes com o FMN.

É importante também referir que Portugal, através do EMGFA e FFAA, tem vindo a participar em exercícios CWIX⁵ no âmbito OTAN desde 2015. Estes exercícios visam

⁵ **CWIX** – “The Coalition Warrior Interoperability eXploration, eXperimentation, eXamination, eXercise (CWIX) is the largest annual NATO interoperability event held at the Joint Forces Training Centre (JFTC) in Bydgoszcz, Poland. CWIX gathers different stakeholders from NATO and participating nations, providing a federated multi-functional environment [...]” (NATO-ACT, 2017)



principalmente experimentar, examinar e verificar o grau de implementação das diferentes espirais por parte dos afiliados, bem como treinar os procedimentos previamente definidos em doutrina.

“Portugal marcou presença no exercício CWIX 2017 através de uma equipa conjunta e multidisciplinar, integrando 21 elementos do Centro de Ciberdefesa, do Centro de Comunicações e Cifra do EMGFA, da Marinha, do Exército, da Força Aérea e da Secretaria Geral do MDN. A presença nacional permitiu efetuar 384 testes com outros parceiros, principalmente a capacidade de federação em ambientes centrados em rede [...]. As áreas principais de atuação foram [...], o FMN [...]. A equipa conjunta nacional teve como objetivo principal validar a capacidade nacional para operar em RM federadas (FMN 1.1) de acordo com as especificações definidas pela NATO para as forças empenhadas em missões conjuntas, como é o caso da NATO Response Force (NRF), de que Portugal faz parte.” (Perdigão, 2017).

Assim, torna-se relevante compreender e analisar os requisitos técnicos ao nível das ITI (fixas e móveis) definidos nas espirais, de modo a avaliar e verificar o impacto ao nível do EMGFA e dos Ramos das FFAA.

Considerando que a capacidade nacional foi validada no exercício CWIX 2017 (Perdigão, 2017) ao nível da SP1 (através de um *stack* projetável constituído por *hardware*, *software* e SI), torna-se pertinente agora analisar as infraestruturas operacionais dos Ramos das FFAA que eventualmente possam ser empenhadas em cenários operacionais no sentido de avaliar a sua compatibilidade/interoperabilidade com o FMN. Isto porque uma eventual integração nacional em forças internacionais irá implicar, a curto prazo, existência de capacidade FMN testada nos Ramos.



2. Objeto de estudo, objetivos e síntese metodológica

2.1. Objeto do estudo e sua delimitação

O objeto de estudo desta investigação são as ITI dos Ramos (fixas e móveis) relevantes no processo nacional de afiliação ao FMN, através das FFAA.

Considerando a limitação temporal deste TI, foi escolhido apenas um Ramo, a Marinha. No entanto, e apesar desta limitação, considera-se que a metodologia de investigação adotada poderá ser extrapolada, em trabalhos futuros, para o Exército e para a Força Aérea.

Ao nível dos requisitos técnicos apenas foi analisada a SP1, a única que foi testada e validada até à data de entrega do presente trabalho.

Assim, o objeto de estudo encontra-se delimitado ao conjunto das ITI (fixas e móveis), relevantes no processo nacional de afiliação ao FMN, de unidades navais, nomeadamente das FFGH, assegurando o cumprimento dos requisitos técnicos definidos para o FMN (FMN *Compliance*).

2.2. Objetivos da investigação

Definiu-se como objetivo geral (OG) deste TI avaliar o impacto nas ITI dos Ramos (fixas e móveis) que resultará do processo de afiliação ao FMN.

De modo a alcançar o OG, definiram-se os seguintes objetivos específicos (OE):

(OE1): Analisar o estado de interoperabilidade das infraestruturas de RM (fixas e móveis) das FFGH com os requisitos definidos pela capacidade FMN.

(OE2): Identificar as modificações necessárias nas infraestruturas de RM (fixas e móveis) das FFGH de modo a ficarem dotadas com capacidade FMN.

(OE3): Avaliar o impacto das modificações necessárias nas infraestruturas de RM (fixas e móveis) das FFGH, na perspetiva DOTMLPFI (NATO, 2017), resultante do processo de afiliação ao FMN.

2.3. Questão central, questões derivadas e hipóteses

Face aos objetivos de investigação propostos, definiu-se a seguinte questão central (QC): “Qual o impacto do processo nacional de afiliação ao FMN nas infraestruturas de RM (fixas e móveis) de unidades navais, nomeadamente das FFGH?”

No seguimento da QC, foram deduzidas três questões derivadas (QD):

(QD1): Qual o estado de interoperabilidade das infraestruturas de RM (fixas e móveis) das FFGH?



(QD2): Quais serão as modificações necessárias nas infraestruturas de RM (fixas e móveis) das FFGH?

(QD3): Qual o impacto resultante das modificações que são necessárias nas infraestruturas de RM (fixas e móveis) das FFGH, na perspetiva DOTMLPFI, resultante do processo de afiliação ao FMN?

A Tabela 7 (Apêndice A) apresenta a resumo do processo de investigação.

2.4. Breve síntese da metodologia da investigação

Definiu-se para este TI uma estratégia de investigação Qualitativa, com um desenho de pesquisa do tipo Estudo de Caso (Santos, et al., 2016). Procedeu-se à recolha de informação relativa à unidade de estudo, tendo sido igualmente efetuada descrição da unidade de observação. A Tabela 1 apresenta o resumo da metodologia adotada.

Tabela 1 – Síntese da metodologia de investigação

Metodologia	
Orientação Ontológica	Construtivismo
Orientação Epistemológica	Interpretativista
Raciocínio	Indutivo
Estratégia	Qualitativa
Desenho da pesquisa	Estudo de Caso
Horizonte Temporal	Transversal (ano letivo 2017/2018)
Recolha e Análise de Dados	Entrevistas (tendencialmente semiestruturadas), análise documental e observação

Fontes: (Aires, 2015) (Baptista, 2010) (Oliveira, 2007) (Santos, et al., 2016) (autor, 2018)

O TI foi dividido em três fases. A primeira consistiu numa fase exploratória que visou principalmente a revisão da literatura, descrição, enquadramento e justificação do tema, a delimitação do objeto de estudo e a identificação dos objetivos e das questões desta investigação. Foi igualmente nesta fase que foram identificados, através de uma análise da literatura e da documentação disponível, os principais requisitos de interoperabilidade que o FMN define para as infraestruturas de RM.

A segunda fase, a fase analítica, visou principalmente a recolha e a apresentação de dados necessários para responder às QD identificadas. A recolha foi efetuada através de uma análise da documentação e literatura disponível, bem como através da realização de entrevistas a autores de reconhecido mérito e experiência no tema estudado. Foram efetuadas diversas entrevistas: 1) duas entrevistas não estruturadas e uma semiestruturada no EMGFA; 2) três entrevistas semiestruturadas na DITIC; 3) uma entrevista semiestruturada no Comando Naval; 4) uma entrevista semiestruturada na Direção de



Navios; 5) e uma entrevista semiestruturada no Instituto Superior Técnico. Das nove, apenas três entrevistas encontram-se transcritas nos Apêndices B, C e D.

Na terceira e última fase deste trabalho, a fase conclusiva, foram apresentados e discutidos os resultados obtidos, foi efetuada a avaliação do impacto destes resultados, bem como propostos eventuais trabalhos futuros. Foram igualmente apresentadas as conclusões gerais do trabalho.

3. Requisitos de interoperabilidade da capacidade FMN definidos para as infraestruturas de RM (fixas e móveis) delimitadas à espiral 1 (SP1)

As ITI referem-se ao tipo, topologias e arquiteturas de rede, bem como os componentes e dispositivos (*hardware*) que possibilitam a conectividade incluindo os respetivos protocolos utilizados.

De um modo mais abrangente, as infraestruturas de Tecnologias de Informação (TI) referem-se às “instalações físicas, componentes, serviços e pessoal de TI que prestam suporte a toda a organização” (Rainer & Cegielski, 2012), conforme se encontra ilustrado na Figura 4.

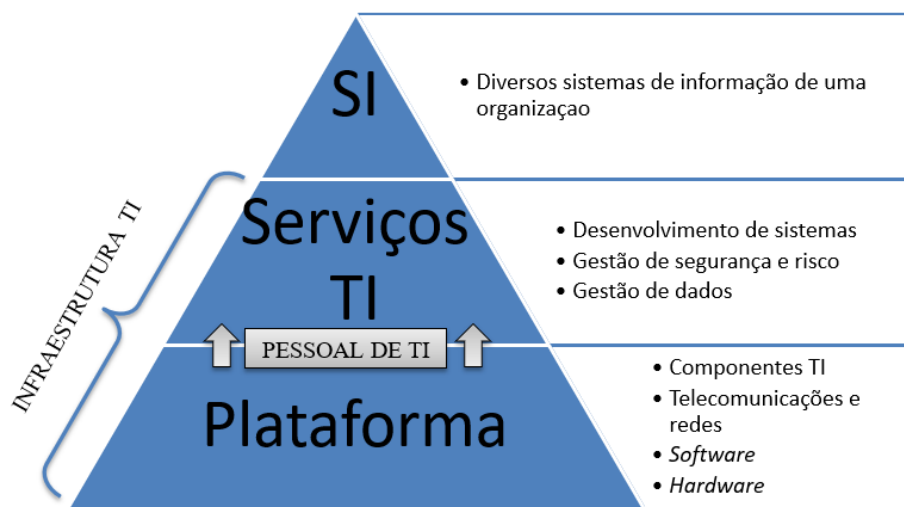


Figura 4 – “Componentes de TI, plataforma, serviços TI e infraestrutura de TI de uma organização”

Fonte: (Rainer & Cegielski, 2012)

Ainda de acordo com (Rainer & Cegielski, 2012) os “componentes TI são os computadores, programas e tecnologias de comunicação que fornecem a base para todos os SI da organização”.

Os SI propriamente ditos são sistemas automatizados que efetuam armazenamento e processamento de dados de modo a produzir informação, podendo também visar a produção do conhecimento. O objetivo de um SI é orientar a tomada de decisão nos vários níveis de responsabilidade. Os principais tipos de SI são sistemas de processamento de transações, sistemas de gestão, sistemas de apoio à decisão e sistemas de apoio ao executivo. Assim, por exemplo, o sistema SICALN⁶ é um SI, enquanto que os Sistemas Operativos instalados bem como sistemas de proteção antivírus ou *Firewall* fazem parte da Infraestrutura TI.

⁶ SICLAN – Sistema de Informação de Configuração e Apoio Logístico dos Navios



A comunicação entre diferentes tipos de redes assenta no Modelo OSI⁷, um modelo conceptual de referência da ISO⁸, que define e normaliza um conjunto de protocolos de comunicação visando a normalização e a interoperabilidade das/entre redes. A Tabela 2 descreve as várias camadas existentes bem como os respetivos protocolos associados⁹.

Tabela 2 – Protocolos e Camadas da Arquitetura Internet TCP/IP definidas pela ISO

Camadas protocolo TCP/IP	Protocolos associados	Descrição	Correspondência com modelo OSI
4. Aplicação	HTTP, HTTPS, FTP, SSH, SMTP, DNS, NTP, IMAP. etc.	Protocolos de suporte para serviços específicos de comunicação de dados	7. Aplicação 6. Apresentação 5. Sessão
3. Transporte	TCP, UDP, SCTP	Controlo das comunicações ponto a ponto	4. Transporte
2. Internet	IP (IPv4, IPv6), MPLS, ARP, IPSec, etc.	Controlo das ligações na rede local. Roteamento de pacotes.	3. Rede
1. Rede	Ethernet, 802.11 <i>wi-fi</i> , Modem, RDIS, RS-232, Bluetooth, USB, 10BASE-T, etc.	Divide-se em duas partes: a parte física (<i>hardware</i>) e de rede/enlace (componente lógica).	2. Enlace 1. Física

Fonte: (Blank, 2004)

Atualmente, as redes de Internet utilizam o Protocolo de Internet (IP) para comunicarem entre si suportando inúmeros serviços de aplicação tais como páginas, *Email*, transferência de arquivos, etc. (Bezerra, 2008).

Analisando os requisitos definidos para o FMN ao nível da SP1 (listados sucintamente na Tabela 3), verifica-se que estes foram definidos tendo por base o Protocolo de Internet TCP/IP (Simões, 2018) bem como outras normalizações já existentes e elaboradas por diversas entidades técnicas internacionais tais como, ITU-T¹⁰, ITU-R¹¹, IEEE¹², IETF¹³, ISO/IEC¹⁴, W3C¹⁵, SCIP¹⁶, MIP¹⁷, etc. (conforme documentação FMN) e

⁷ OSI - Open System Interconnection

⁸ ISO - International Organization for Standardization

⁹ As camadas dos protocolos TCP/IP e o modelo OSI não são iguais, apesar de funcionalmente serem correspondentes, uma vez que o primeiro foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos EUA, antes da implementação do segundo (Blank, 2004).

¹⁰ ITU-T - International Telecommunication Union Telecommunication Recommendations

¹¹ ITU-R - International Telecommunication Union Radiocommunication Recommendations

¹² IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers

¹³ IETF - Internet Engineering Task Force Requests for Comments

¹⁴ IEC - International Electrotechnical Commission standards

¹⁵ W3C - World Wide Web Consortium Recommendations

¹⁶ SCIP - Secure Communications Interoperability Profiles



que complementam a informação técnica (ex.: especificações técnicas de cabos de fibra ótica, etc.). Assim, verifica-se que a SP1 remete para os requisitos previstos no protocolo TCP/IP e para quatro serviços que correm sobre este protocolo, nomeadamente o *Email*, *Chat*, *VoIP* e *VTC*.

Tabela 3 – Requisitos FMN da SP1 – remetem para uma rede TCP/IP

Requisito SP1	Breve descrição
Comunicações	Arquitetura de rede IP com determinados parâmetros associados (qualidade do serviço, tipo de fibras óticas, protocolos, etc..)
DNS (<i>Domain Name System</i>)	Sistema de Nomes de Domínio – utilizado para efetuar gestão hierárquica de computadores, serviços ou outras máquinas que se encontram ligados à rede. Em termos práticos converte o nome de domínio para um endereço de IP.
NTP (<i>Network Time Protocol</i>)	Protocolo que permite sincronizar os computadores da rede baseado em sistemas hierarquizados (<i>stratum</i>) associado a redes TCP/IP.
PKI (<i>Public Key Infrastructure</i>)	Conjunto de políticas, entidades e procedimentos que são necessários para gerir certificação digital e encriptação. Permite numa rede pública (insegura) transferir dados de uma forma segura através da verificação da identidade do destinatário.
DirSync (<i>Directory Data Synchronisation</i>)	Mecanismo de partilha de dados ao nível da infraestrutura (identidades, grupos, contactos, informação <i>PKI</i> , etc.) dentro da estrutura de rede, estando previstas várias opções.
<i>Email (Electronic Mail Services)</i>	Serviço de correio eletrónico que permite troca de mensagens.
Chat	Serviço de conversação por texto em tempo real.
<i>VoIP (Voice over Internet Protocol)</i>	Serviço de voz em banda larga sobre IP que permite estabelecer chamadas telefónicas através de uma rede de dados.
<i>VTC (Video teleconferencing)</i>	Serviço de vídeo por teleconferência em tempo real sobre IP.

Fonte: (NCI-Agency, 2014)

Quanto à SP2, “*FMN Spiral 2 provides the basic human-to-human communication services of voice, e-mail, chat, video-teleconferencing (VTC), web browsing and document sharing. It also includes the support to Situational Awareness, Joint Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (JISR), and Medical Evacuation (MEDEVAC) processes, limited by the constraint that minimal capability development is possible for Spiral 2*” (ACT-C2DS, 30 October 2016). Ou seja, trata-se de serviços que correm sobre uma rede TCP/IP.

Deste modo, e na perspetiva de análise de Infraestruturas TI, apenas a SP1 se enquadra no tema estudado, sendo que a SP2 já remete para os serviços que correm sobre o protocolo TCP/IP. Em suma, e do ponto de vista de requisitos de infraestruturas TI que o

¹⁷ MIP - Multilateral Interoperability Programme standards



FMN define, trata-se na realidade uma rede que utiliza TCP/IP¹⁸, com *hardware* e pessoal TI associados. Se a infraestrutura de base for assegurada, os restantes serviços também terão condições de base suficientes para o seu correto funcionamento.

Importa também distinguir as ITI fixas das ITI móveis. “Diz-se que uma rede é sem fios (*wireless*) quando a comunicação é possível sem recurso a ligações diretas por meio físico (cabo, tomadas, etc.) entre utilizadores ou entre utilizadores e equipamentos, mas dentro da mesma rede. Diz-se que uma rede é móvel quando um utilizador é capaz de se movimentar para fora da sua rede de assinatura, conservando a comunicação e o seu endereço original” (Azevedo, 2017). Podem ser enumeradas quatro combinações: 1) rede com fios fixa (o peso nem a autonomia dos equipamentos permite a sua deslocalização; rede baseada em cabos de rede tais como fibras óticas, cabos de cobre, etc.); 2) rede fixa sem fios (rede *wi-fi* por exemplo que só é disponibilizada numa determinada área confinada); 3) rede móvel com fios (equipamentos transportáveis mas que precisam de rede fixa ou de energia externa para funcionarem, tais como computadores portáteis); 4) redes móveis sem fios (rede celular, telefone por satélite, etc.) (Schiller, 2003). Tipicamente, os sistemas de comunicações móveis estão associados à opção 4, ou seja, constituem-se como redes móveis sem fios (Caldeirinha, 2003) (Leitão, 2009).

Assim, os sistemas instalados nos navios ou nos carros de combate, bem como equipamentos portáteis ou sistemas de satélite (segmento espacial), podem ser considerados como infraestruturas de redes móveis. Por outro lado, as estações terrestres de comunicações (fixas), as redes de fibras óticas, redes de cobre, redes *wi-fi* disponibilizadas em edifícios, podem ser considerados infraestruturas de redes fixas.

Por fim, é importante referir que conforme definido pela OTAN (NCI-Agency, 2014), os requisitos FMN são independentes quanto ao canal de comunicação físico. Ou seja, uma RM FMN poderá estabelecer-se sobre qualquer tipo de canal de comunicação, desde que sejam cumpridos os protocolos de segurança definidos. Assim, e como é natural, os diferentes afiliados que integram as estruturas de missão poderão estar interligados entre si por cabos de fibra ótica, comunicações satélite (SATCOM) ou outros canais físicos considerados seguros e/ou adequados e/ou possíveis para os diferentes cenários e capacidades existentes.

¹⁸ Antevê-se que nas camadas superiores a SPI o FMN incorpore serviços e sistemas não exclusivamente TCP/IP. Está prevista a utilização de protocolos específicos tais como os TDL. No entanto, no ano de elaboração deste TI, esta questão não irá ser analisada pois as soluções ainda se encontram em fase de estudo (Simões, 2018).



4. Análise do estado de interoperabilidade das infraestruturas de RM (fixas e móveis) das FFGH

As FFGH (bem como a Marinha) têm ITI TCP/IP instaladas e a operar. As redes TCP/IP instaladas a bordo cumprem os requisitos definidos para ITI FMN, não existindo nenhum constrangimento ao nível da interoperabilidade (Simões, 2018).

Verificou-se igualmente que as redes FMN poderão ser configuradas em laboratório (ou oficinas da DITIC), por via da conceção e implementação/validação de uma arquitetura de rede definida especificamente para cada missão, e seguidamente instaladas a bordo (Simões, 2018).

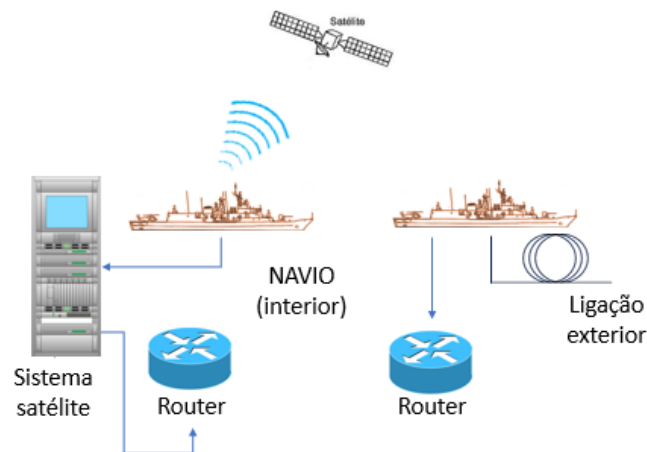


Figura 5 – ITI das FFGH - principais tipologias de acesso à rede exterior são SATCOM (navio em missão) e ligação por cabo de fibra ótica (navio atracado em portos nacionais com capacidade *In-Port Communications* (INPORTCOMM)¹⁹)

Fonte: (autor,2018)

Apesar de não existir nenhum constrangimento do ponto de vista de interoperabilidade, poderão existir alguns constrangimentos ao nível da efetiva utilização de alguns dos serviços previstos para RM FMN. Conforme se observa na Tabela 4, as limitações estão relacionadas principalmente com as limitações da largura de banda (LB) disponível quando o canal de transmissão utilizado é suportado por sistemas SATCOM (ao invés de fibra ótica que só ocorre quando os navios se encontram atracados em portos com capacidade INPORTCOMM).

¹⁹ Na Marinha, as comunicações *In-Port* foram implementadas com base na norma MIL-STD-2042-7(SH) (Simões, 2018)



Tabela 4 – Limitações identificadas para utilização dos serviços da RM FMN identificados para FFGH.

Requisito FMN	Limitações Identificadas FFGH	
	Ligação INOPORTCOMM	Ligação SATCOM
SP1		
Comunicações	Sem Limitações	a)
DNS (<i>Domain Name System</i>)		a)
NTP (<i>Network Time Protocol</i>)		a)
PKI (<i>Public Key Infrastructure</i>)		a)
DirSync (<i>Directory Data Synchronisation</i>)		Limitações na velocidade de sincronização dos ficheiros partilhados a) b)
Email (<i>Electronic Mail Services</i>)		Limitações na dimensão máxima dos anexos. Se existirem muitos <i>emails</i> com muito anexos de grande dimensão a ligação ficará mais lenta por saturação, situação que notará mais quando menor for a LB atribuída. a) b)
Chat		
VoIP (<i>Voice over Internet Protocol</i>)		Limitações no número máximo de ligações VoIP. a) b) c)
VTC (<i>Video teleconferencing</i>)		Ligação VTC limitada a um número máximo de utilizadores conforme a LB contratada para a missão. a) c)
SP2		
Web Browsing	Sem Limitações	a) b) c)
Situational Awareness		a) b) c)
Joint Intelligence		a) b) c)
Surveillance and Reconnaissance (JISR)		a) b) c)
Medical Evacuation (MEDEVAC)		a) b) c)
a) Limitado a LB de 1 Mbps (4-6 Mbps após <i>Mid Lide Upgrade</i> (MLU) das FFGH) b) Depende da LB atribuída ao canal SATCOM c) Depende do conjunto total de serviços que têm que funcionar simultaneamente		

Fonte: (Simões, 2018)

Numa força naval (ou conjunta) e combinada (constituída por unidades de diferentes afiliados, nacionalidades ou entidades diferentes) são tipicamente utilizadas comunicações satélite para implementar RM FMN. A Figura 6 ilustra um exemplo de uma força constituída por unidades de dois afiliados diferentes, aqui designados de PT e SP para efeitos académicos, sob comando da unidade FFCOM, num determinado cenário e



francamente distanciado dos países de origem onde se encontram localizadas as estações de terra. Assim, se a unidade FFPT transmitir alguma informação para as outras unidades, o sinal irá primeiro ser transmitido via SATCOM para a estação em terra PT (passos 1 e 2 da Figura 6), que por sua vez o irá retransmitir para a estação em terra SP (podendo esta ligação ser efetuada por fibra ótica ou por SATCOM) (passo 3), e que finalmente o irá reencaminhar por SATCOM de volta para o cenário de operações já com destino às outras unidades (passos 4 e 5). Por outras palavras, a interligação entre diferentes afiliados é efetuada pelas redes a que estes pertencem e não diretamente pelas unidades o que se deve principalmente a motivos de segurança e arquitetura de redes (Simões, 2018).

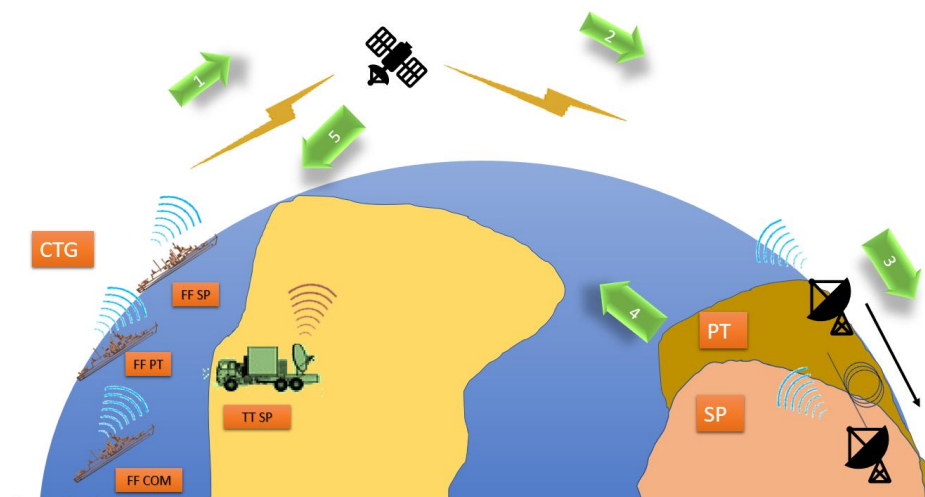


Figura 6 – Exemplo - representação de um possível fluxo de comunicações satélite que poderá ocorrer numa RM FMN. Unidades da força: FFPT, FFSP, FFCOM, TTSP. Estações em terra nos países de origem: PT e SP. Note-se que a ligação entre as estações em terra poderá ser efetuada via fibra ótica ou outras alternativas.

Fonte: (autor, 2018)

O exemplo descrito implica duas consequências diretas para a estrutura FMN. A primeira está relacionada com uma dificuldade acrescida para unidades navais em comunicar diretamente entre si por estarem dependentes de comunicações satélite e de estruturas de redes terrestres de cada afiliado. A segunda está relacionada com o facto de que as comunicações por satélite implicarem principalmente limitações na LB disponível (mas também tempos de latência elevados como efeito menor) o que condiciona a utilização de alguns serviços definidos nas espirais do FMN (Tabela 4).

Quanto à segunda limitação pouco ou nada se poder fazer uma vez que a LB dos sistemas SATCOM disponíveis nas FFGH encontra-se limitada a valores da ordem 1 Mbps por limitação dos próprios sistemas instalados (Neves, 2018). É expectável que com a modernização de equipamentos instalados nas FFGH, no âmbito do MLU, a LB atinja



valores da ordem de 4-6 Mbps (Neves, 2018). Adicionalmente, os custos de contratação de serviços SATCOM também são um fator a considerar, nem sempre existindo disponibilidade financeira para o efeito. É importante referir que já existem alguns países que possuem tecnologia que permite LB da ordem de 10 Gbps (Ray, 2016), não se prevendo, no entanto, que esta capacidade esteja disponível para as FFAA nacionais a curto ou médio prazo. Assim, a contínua modernização dos sistemas SATCOM, por forma a disponibilizar LB superiores, é um requisito operacional e deverá fazer parte do planeamento a médio e longo prazo.

Relativamente à primeira limitação, na atual arquitetura de telecomunicações para o FMN, que não permite às diferentes unidades comunicar diretamente entre si, é possível identificar algumas alternativas.

O conceito *Next Generation Networking* (NGN) está relacionado, entre outros aspetos, com a implementação de redes que providenciam serviços de telecomunicações por via de pacotes e assente no protocolo IP (ITU-T, 2018). No âmbito deste conceito, prevê-se convergência tecnológica de redes fixas e móveis (*all-IP networks*), bem como a interoperabilidade com os serviços e protocolos já existentes.

OTAN tem acompanhado os desenvolvimentos tendo já definido no âmbito da Aliança acordos de normalização (STANAG) para as TIC. O STANAG 4731 (*Edition 1*) (NATO-NSO, 2017) (Diário da República, 2018) tem como propósito providenciar um modelo da arquitetura de rede para serviços de transporte *all-IP* (NetIP), convergindo com o conceito *all-IP networks* e estabelecendo requisitos OTAN nesta área.

Tratando-se de redes militares, devem ser salvaguardados aspetos como o controlo e mecanismos de acesso, confidencialidade e proteção, integridade e controlo de dados durante o transporte, precedência nos fluxos de dados, diferentes taxas de transmissão que caracterizam os cenários táticos (com LB baixas devido por exemplo a transmissão sem fios, *jamming*, meteorologia, etc.) e a resiliência associada à disponibilidade e redundância de comunicações militares. Nesta conceção, todas as redes (classificadas ou não) irão operar sobre a mesma rede de transporte, mas acessíveis através de diferentes pontos de acesso. Deverá igualmente existir uma rápida adaptação da rede a diversas flutuações da capacidade disponível entre diferentes nós provocadas por alterações na topologia da rede, anomalias, falhas técnicas, ações de *jamming*, entre outros fatores (NATO-NSO, 2017). Os conceitos descritos encontram-se ilustrados nas Figuras 7 e 8.

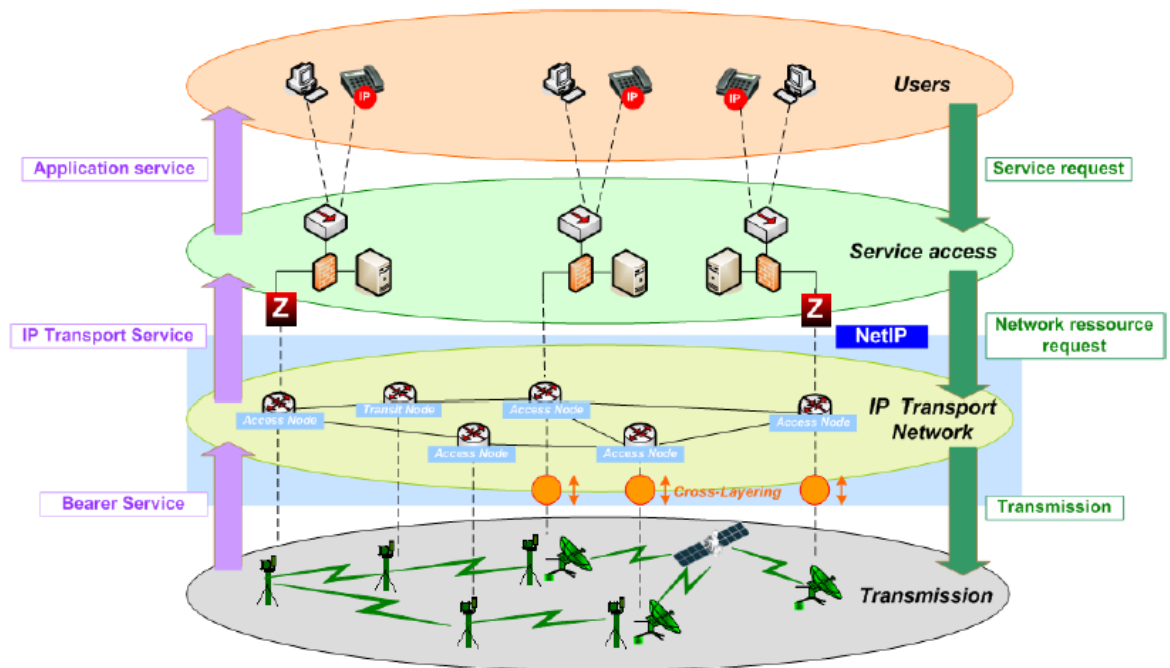


Figura 7 – Arquitetura de rede para serviços de transporte *all-IP* (NetIP).

Fonte: (NATO-NSO, 2017)

Importa referir que a segregação de diferentes tipos de redes será efetuada por via de *software* (*NetIP Node*) e pelos equipamentos de cifra (*Cipharing Eqt-Z*) e não pela sua segregação física.

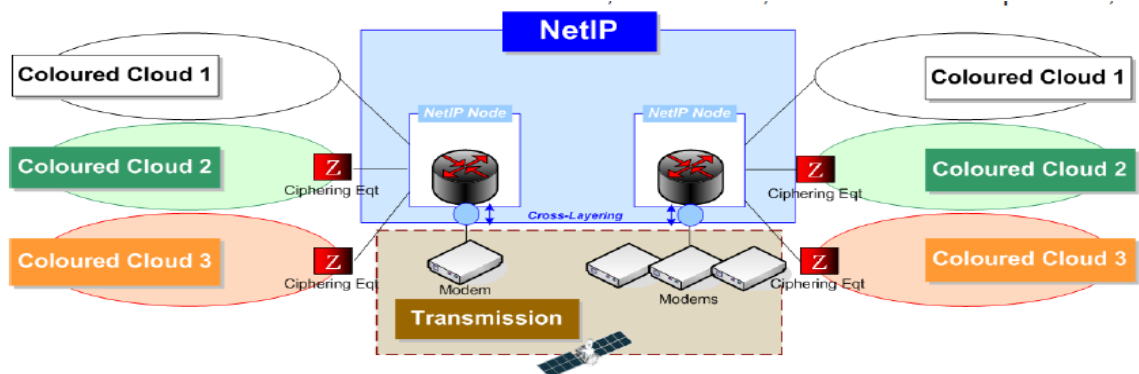


Figura 8 – *NetIP* e classificação de dados

Fonte: (NATO-NSO, 2017)

Um outro conceito importante relacionado com *NetIP* está ilustrado na Figura 9. Existindo uma convergência entre diferentes tecnologias (comunicações fixas e móveis), e estando a RM assente no protocolo IP, as comunicações poderão ser efetuadas por uma gestão centralizada por *software* onde a escolha dos canais físicos seja transparente ao operador da rede. Deste modo, o sistema poderá ser configurado, por exemplo, para selecionar em cada momento ou em diferentes cenários, a ligação mais conveniente para



cada tipo de serviço, gerindo as necessidades em função da precedência, classificação, qualidade do serviço requerida, etc., ou seja, conforme requisitos definidos em cada caso.

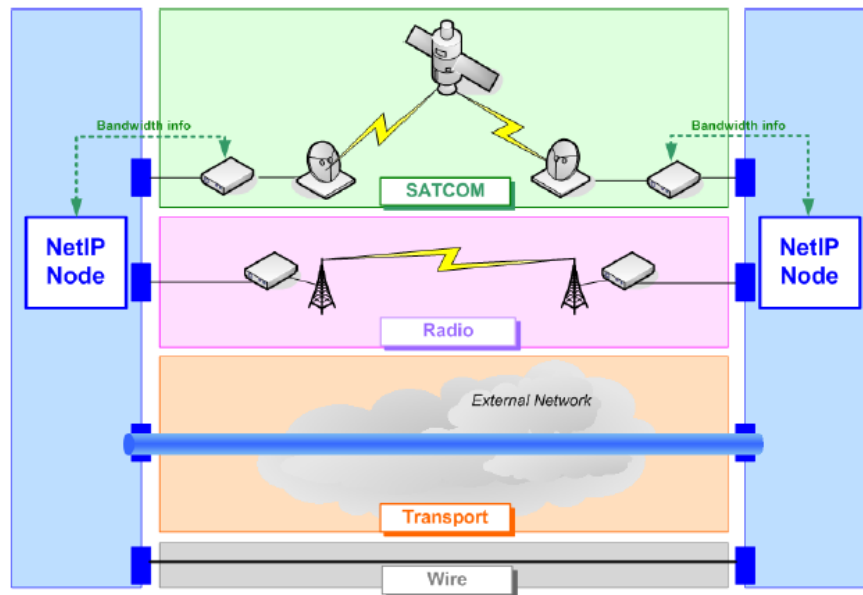


Figura 9 –*NetIP* providencia capacidade para estabelecer comunicações através de diversos canais físicos.

Fonte: (NATO-NSO, 2017)

Assim, é importante considerar a complementaridade e a interoperabilidade de diferentes soluções técnicas em cenários futuros, salvaguardando necessidades específicas de comunicações militares.

Ao nível do estabelecimento de rede tática em ambiente marítimo, ou *Maritime Tactical Wide Area Networking* (MTWAN), conforme definido pelo (Combined Communications-Electronics Board, 2010) encontram-se descritas no ACP 200(B), uma publicação de cariz técnico, arquiteturas de rede IP que podem ser implementadas através da utilização de comunicações em radiofrequência no sentido de minorar a dependência de comunicações de satélite em cenários operacionais. A Figura 10 apresenta o conceito genérico de arquitetura MTWAN, onde duas forças-tarefa (*Task Group Area Networks*, TGAN), que poderão ser constituídas, por exemplo, por unidades navais, forças anfíbias, sistemas autónomos e meios aéreos, e designadas *mobile*, utilizam comunicações por radiofrequência para estabelecer uma rede móvel. A rede é suportada por centros operacionais de rede, ou *Network Operation Centers* (NOCs) que comunicam entre si e também com a rede dos aliados, podendo esta ligação ser efetuada por comunicações fixas terrestres (fibras óticas, por exemplo) ou por radiofrequência. Conforme exemplificado e proposto no APC 200(B), existe uma diversidade muito elevada de topologias que podem



ser implementadas conforme os meios disponíveis e os objetivos de cada missão, entre outros fatores.

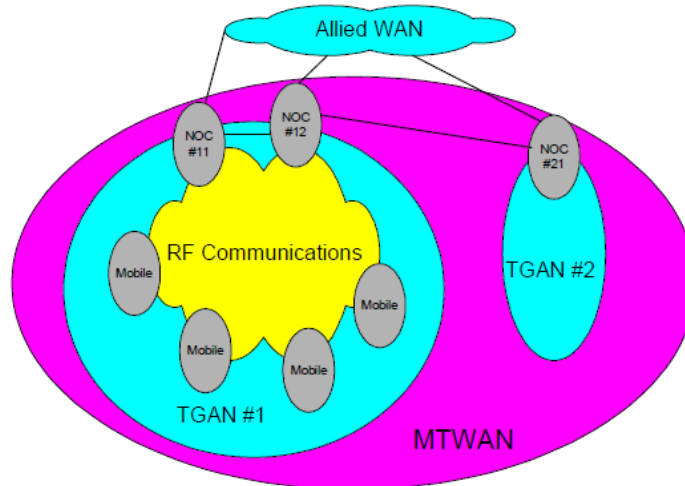


Figura 10 – Arquitetura MTWAN - conceito genérico proposto no ACP 200 (B)

Fonte: (Combined Communications-Electronics Board, 2010)

A título de exemplo, e conforme extraído do ACP 200(B), a Figura 11 apresenta uma possível configuração dos sistemas de comunicações que permitem a integração na MTWAN de uma unidade naval da Marinha dos EUA.

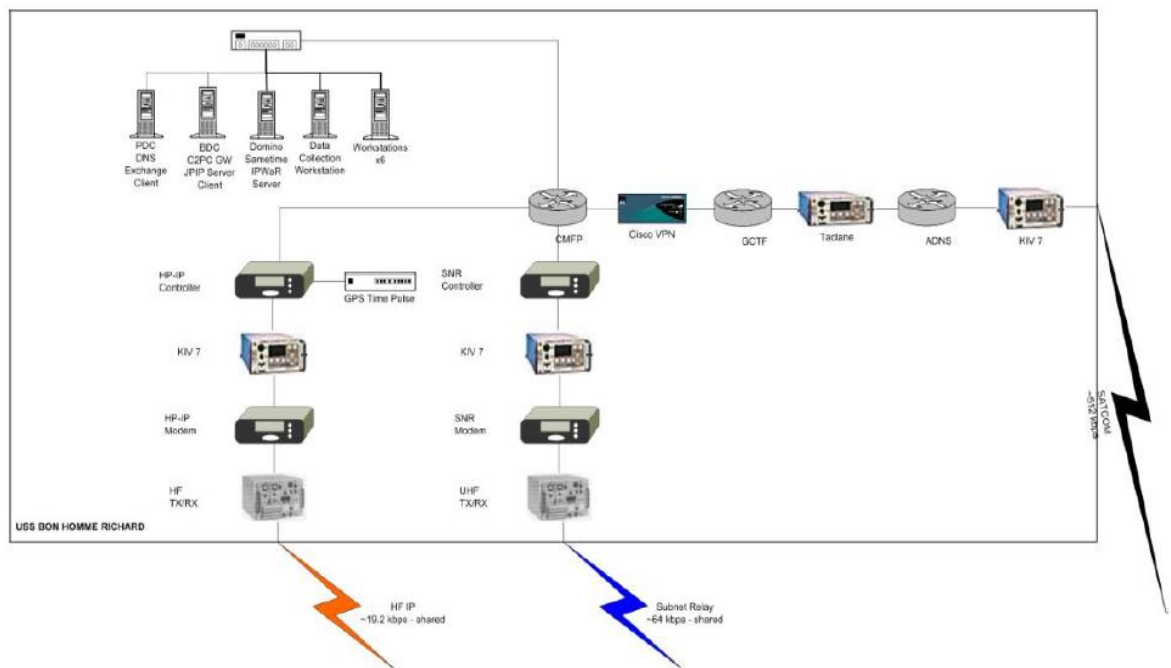


Figura 11 – Configuração de um navio dos EUA de modo a integrar MTWAN - ACP 200(B)

Fonte: (Combined Communications-Electronics Board, 2010)

Partindo para o particular, e ainda no sentido de apontar soluções que possam conduzir a uma comunicação direta entre as diferentes unidades de uma força, existem



algumas tecnologias que vão ao encontro dos conceitos descritos. Assim, por exemplo, será possível dentro de alguns anos implementar uma rede privada LTE/4G ou 5G tática ao nível da força. Este é um conceito que ainda se encontra em fase de projeto e testes nalgumas FFAA a nível mundial. De uma forma muito conceptual trata-se de levar as comunicações móveis de banda larga para o mar.

Na vertente civil, um dos projetos existentes é o projeto da IALA²⁰ enquadrado pela IMO²¹ no âmbito da *E-Navigation* (também designado de *SMART-Navigation*) e que, entre outras capacidades, prevê fornecer dados de navegação por via LTE (IALA, 2017) (Ministry of Oceans and Fisheries, Republic of Korea, 2018), e cujo conceito encontra-se vertido na Figura 12. Como se pode observar, estações LTE em terra providenciam informação marítima para fins de coordenação do tráfego, segurança, assistência remota e emergência. Existem outros estudos na área que transmitem ideias semelhantes ou relacionadas mencionados na bibliografia deste TI.



Figura 12 – Projeto *SMART-Navigation* –comunicações LTE junto da costa para a navegação mercante.

Fonte: (IALA, 2017)

²⁰ IALA - *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities*

²¹ IMO – *International Maritime Organization*

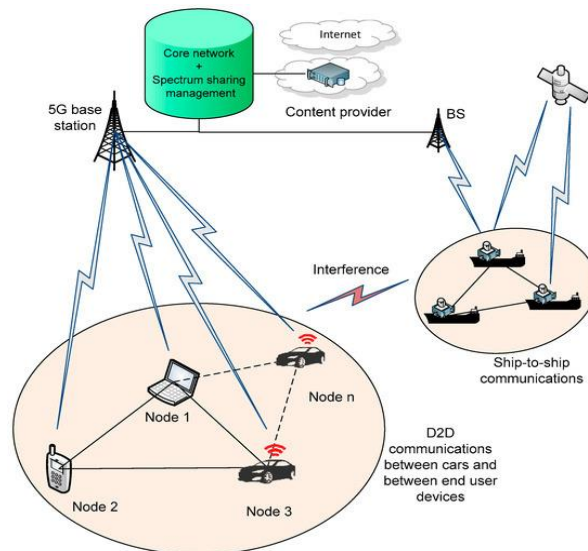


Figura 13 – Comunicações 5G podem ser complementares a SATCOM.

Fonte: (Höyhtyä, et al., 2018)

Na vertente militar, a solução passaria pela criação de uma rede privada entre as unidades da força. Esta solução permitiria comunicações seguras de banda larga a distâncias curtas / médias, em linha de vista (*Line of Sight*, LOS) entre as diferentes “células” ou “bolhas” a operar no terreno. A ideia subjacente encontra-se exemplificada parcialmente na Figura 14. Neste caso, *Inquirere* (INQUIRERE, 2017) fornece uma solução 4G/LTE, integrada com comunicações satélite e ligações alternativas por via de aeronaves (sistemas autónomos (UAV), helicóptero e balão), e que permite a integração dos serviços de voz, dados e vídeo numa rede *wireless* sobre IP, e caracterizada por tempos de latência reduzidos. Pode-se observar igualmente que uma unidade naval se encontra numa rede local com um alcance máximo de 20mn com outras unidades terrestres no terreno. Este projeto encontra-se em testes pela Defesa dos EUA no USS Anchorage (LPD 23).

No entanto, se a unidade naval estiver longe de terra ou de outras unidades navais da sua força (ou seja, em *Beyond LOS*, BLOS), terá de recorrer a SATCOM, HF ou *IPoHF*, que permitem alcances superiores, pois a tecnologia LTE/4G é primariamente LOS.

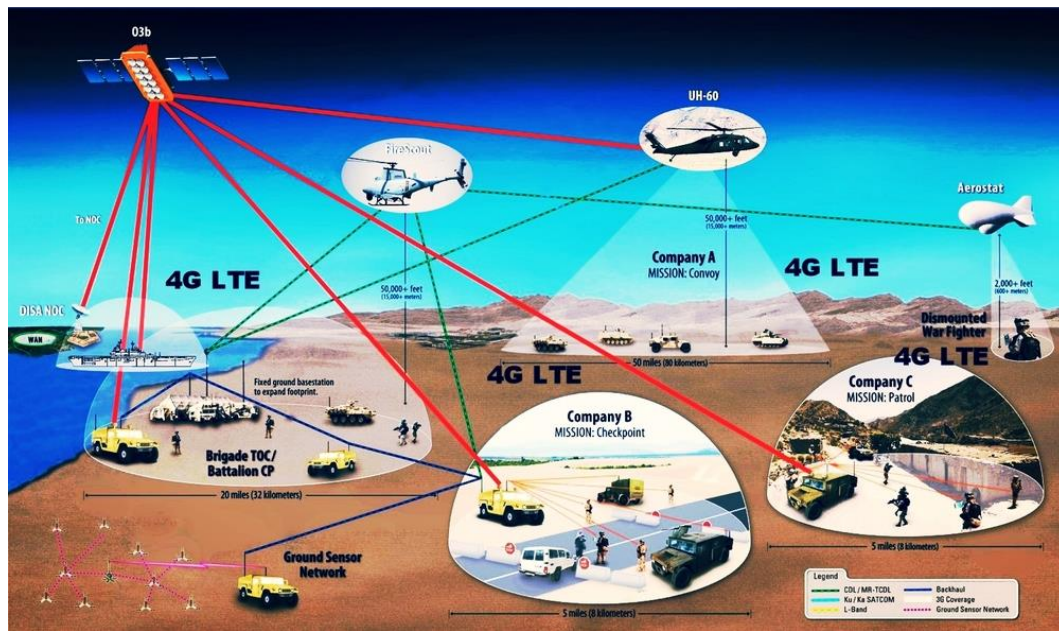


Figura 14 – Exemplo - integração da tecnologia 4G LTE

Fonte: (INQUIRERE, 2017)

Neste âmbito, e ao nível nacional, já foram desenvolvidos alguns estudos. Por exemplo, as dissertações de mestrado o “Uso do LTE-A²² MCC²³ entre os militares em ambientes operacionais” (Pedrinho, 2017) e “Análise do uso de LTE-A em Comunicações de Missão Crítica entre viaturas militares em cenários operacionais” (Ramos, 2017) avaliaram a exequibilidade e identificaram vantagens para a implementação de soluções LTE-A MCC (taxas de transferências da ordem de 100-300 Mbps) ao nível de pelotão com distâncias máximas entre os elementos da ordem de 400m. Abordaram a possibilidade de implementação de redes *ad hoc* em teatros de operações (TO) através da criação de redes móveis e sem fios, utilizando as viaturas de combate como “nós de trânsito” para implementação da rede IP. A ideia subjacente encontra-se ilustrada na Figura 15 e que vem de encontro ao conceito *NetIP*.

Conforme referido por (Correia, 2018), as necessidades de LB e taxas de transmissão cada vez maiores são uma certeza a curto e médio prazo, devendo existir investimento em soluções tecnológicas que vão ao encontro desta necessidade. Ainda de acordo com (Correia, 2018), o LTE é uma tecnologia muito resiliente ao ruído e ações do tipo *jamming* uma vez que utiliza formatos de onda do tipo OFDM, em diferentes espectros de frequências, sendo viável a sua implementação em meio marítimo e podendo providenciar comunicações LOS com taxas de transmissão até pelo menos 50 Mbps. No entanto, os

²² LTE-A – LTE Advanced

²³ MCC - Mission Critical Communications



requisitos de comunicações militares são muito específicos, implicando necessidade de investimento em soluções adequadas que neste momento não existem no mercado (apesar do SIRESP²⁴ providenciar comunicações móveis para forças de segurança, a solução tecnológica, nomeadamente o TETRA²⁵, não é adequado às atuais necessidades de comunicações militares, conforme mencionado por (Correia, 2018) e (Pedrinho, 2017)).

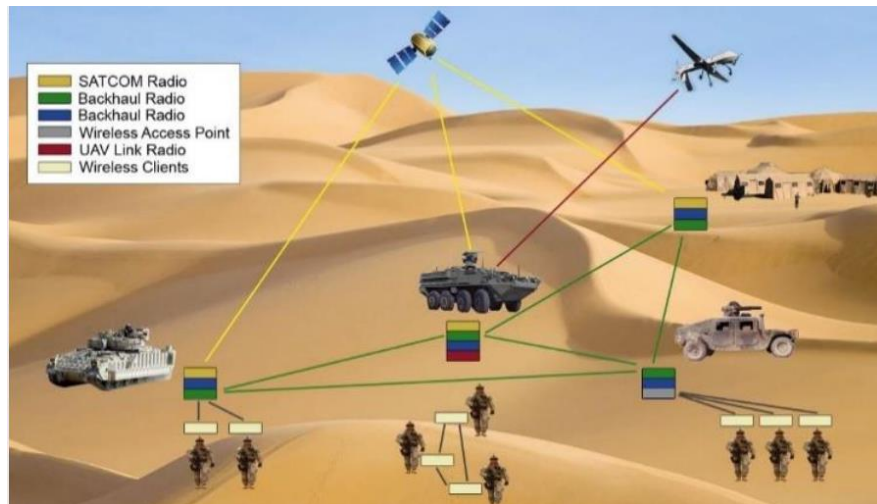


Figura 15– “Vista de uma rede ad hoc móvel e sem fios no terreno (Extraído de [COTS11])”

Fonte: (Pedrinho, 2017)

Finalmente, e também ao nível particular, é relevante mencionar os *Tactical Data Link* (TDL), normalizado por um protocolo específico, desenvolvido no âmbito OTAN. O principal objetivo da capacidade é a criação de uma rede entre unidades de uma força para a transmissão de informação tática em tempo real e diretamente entre si, sem depender (primariamente) de equipamentos externos à força. Estes sistemas têm sofrido desenvolvimentos significativos nos últimos anos, sendo atualmente considerados como um sistema de combate e existindo igualmente evolução para capacidade IP (Simões, 2018).

Os TDL já estão contemplados na arquitetura do FMN ao nível da SP2. No entanto, o modelo de implementação neste contexto ainda se encontra em desenvolvimento. Este irá permitir que todas as unidades de uma determinada RM e área de operações estejam em ambiente C4ISR federado e que tenham acesso ao mesmo panorama tático, conforme se pode observar na Figura 16 (Simões, 2018).

Nas FFGH encontra-se instalada a capacidade Link 11 (*Maritime Tactical Data Exchange*), a operar nas bandas HF/UHF e limitada a taxas de transmissão máximas da

²⁴ SIRESP - Sistema Integrado de Redes de Emergência e Segurança de Portugal

²⁵ TETRA - *Terrestrial Trunked Radio*



ordem de 12 kbps. No entanto, e conforme avaliado por (Gaspar, 2017), é necessário assegurar a edificação das capacidades Link 22 (upgrade do Link11) e do Link 16 (*Tactical Digital Information Link (TADIL J)*), este com 2.4 ou 16 kbps (conforme a combinação), a operar na banda UHF, que irão assegurar uma efetiva interoperabilidade das FFGH em futuras missões internacionais.

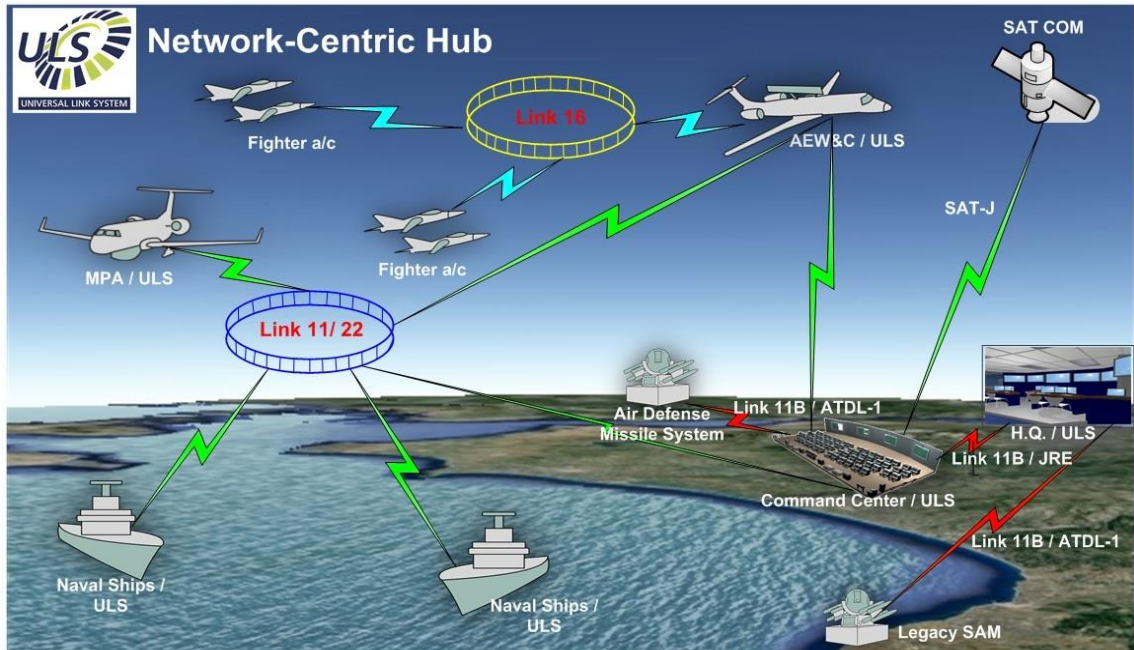


Figura 16 – Ilustração interoperabilidade ao nível de gateways ao nível dos TDL

Fonte: (Interoperability Systems International, 2018)



5. Modificações a efetuar nas infraestruturas de rede FFGH

Para avaliar as eventuais modificações a efetuar ao nível das ITI das FFGH é necessário considerar vários aspetos conforme a abordagem genérica previamente descrita e ilustrada na Figura 4 (plataforma, serviços e pessoal TI).

Assim, ao nível do *hardware TI*, neste caso constituído por toda a cablagem de rede, bastidores, pontos de acesso, servidores, *routers*, *gateways*, etc., e do *software TI* instalados nas FFGH, pode-se concluir que existe conformidade com os requisitos do FMN uma vez que se trata de uma implementação física e lógica de uma rede TCP/IP, não havendo necessidade de modificações, pelo menos ao nível conceptual (Simões, 2018).

É relevante, no entanto, salientar que os desenvolvimentos tecnológicos que têm ocorrido nas últimas décadas conduzem a uma necessidade de renovação constante, com rotatividade média ao nível do *hardware* e do *software TI* na ordem de 5-7 anos. Deste modo, é natural que possam atualmente existir equipamentos de rede instalados a bordo das FFGH que estejam com a sua capacidade limitada, desatualizada ou até obsoleta face às necessidades existentes (Caeiro, 2018). Nestes casos, a Marinha poderá colmatar com alguma facilidade as lacunas existentes (Caeiro, 2018), não sendo assim esta limitação um constrangimento. O que é efetivamente relevante salvaguardar é que as futuras aquisições e instalações sejam efetuadas com base nos requisitos do FMN.

Outro aspeto relevante está relacionado com o conceito de segregação física de redes que tem vindo a ser gradualmente substituído pelo conceito de segregação lógica de redes (conforme Figura 8). Assim, a atual segregação física de diferentes redes (Intranet, Internet, Confidencial, Secreta, etc.) e serviços encontra-se em revisão. A nova Arquitetura de Referência da Marinha (ARM) da Marinha está em fase de reestruturação com a implementação gradual de apenas duas redes, uma de baixo nível de classificação e outra de alto nível de classificação, conforme ilustrado na Figura 17. Antevê-se que de futuro a ARM irá convergir para uma única rede no sentido de ir ao encontro de arquiteturas concetualizadas por *NGN* e *all-IP networks*, bem como do normativo de segurança definido pelo Gabinete Nacional de Segurança (GNS) e requisitos OTAN. O próprio *NATO Federated Mission Networking Implementation Plan* (NFIP) define que o *end state* será uma única rede com várias instâncias e graus de classificação (Simões, 2018).

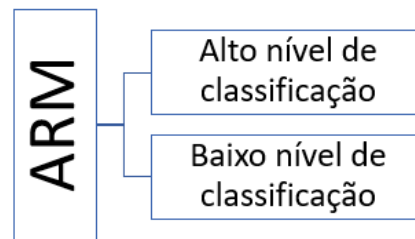


Figura 17 - Arquitetura da Rede de Marinha (ARM) divide-se em duas redes: baixo e alto nível de classificação.

Fonte: (Simões, 2018)

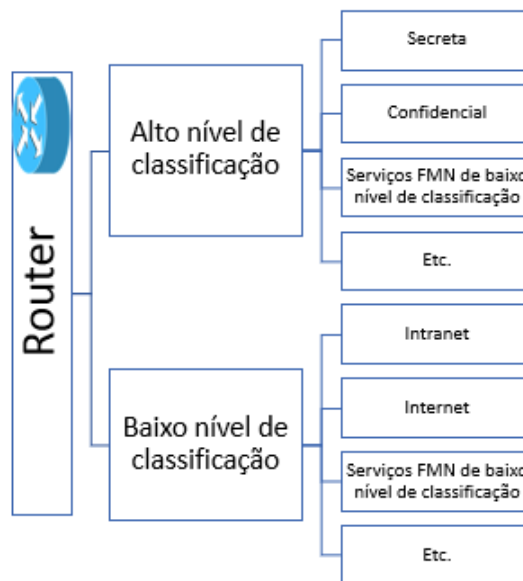


Figura 18 – ITI das FFGH - segregação das diferentes redes a bordo é efetuada por um router.

Fonte: (Simões, 2018)

A interoperabilidade das ITI das FFGH com o FMN está estreitamente correlacionada com a implementação da nova ARM na Marinha e da efetiva convergência de redes de telecomunicações militares. Assim, as alterações mais relevantes serão efetuadas ao nível dos serviços centrais e não tanto ao nível dos meios operacionais.

Como a gestão passará a ser efetuada maioritariamente por via de *software*, não se anteveem também modificações profundas em termos de implementação física. As alterações serão transparentes para o operador, que apenas irá aperceber-se que todos os serviços que acedia anteriormente em dois ou três terminais, passarão a estar centralizados apenas num único (ou dois terminais no máximo).

Do mesmo modo, será possível restringir o acesso de determinados serviços com um determinado grau de classificação a determinados espaços físicos, cumprindo deste modo com os requisitos de Instruções de Segurança Militar (ISA 1B).

Independentemente das alterações da ARM em curso, a Marinha possui capacidade para instalar a estrutura adequada em meios operacionais, conforme se pode concluir dos



exercícios internacionais já efetuados (CWIX 2017), podendo, no entanto, ser necessário efetuar investimento em alguns recursos específicos.

Ao nível dos canais de comunicação (SATCOM, HF/VHF/UHF, fibra ótica, cabos de rede, LTE, etc.), as três principais considerações a reter são: 1) a necessidade de diversificar os meios existentes conformes com o FMN, minimizando assim a dependência relativa das soluções existentes (como por exemplo a dependência desproporcionada que existe relativamente a comunicações satélite em missões internacionais); 2) a necessidade de convergência dos serviços de comunicações com o objetivo de interoperabilidade com o FMN; 3) o aumento exponencial das necessidades ao nível de LB e taxas de transmissão.

Assim, as modificações a efetuar deverão estar associadas ao cumprimento de requisitos OTAN e FMN, incorrendo-se em risco de não participação em missões internacionais no futuro por ausência de capacidade adequada conforme referido por (Oliveira, 2018). Por este motivo, o acompanhamento do projeto FMN deverá ser considerado como uma prioridade de elevada importância ao nível nacional e das FFAA.

A aposta no desenvolvimento e implementação de novas tecnologias, como por exemplo, o LTE-A MCC e os TDL (Link 16 e Link 22), entre outras soluções, deverá igualmente ser considerada uma prioridade.

Finalmente, é importante referir que o pessoal TI não só das FFGH, como também da Marinha no seu todo, deverá estar treinado e habilitado para providenciar apoio às operações. A dificuldade de retenção de pessoal na área das TI nas FFAA deverá considerar, eventualmente, alterações estruturais ao nível da gestão de carreiras, avaliação esta a ser considerada em trabalhos futuros.



6. Avaliação do impacto resultante da implementação rede FMN nas FFGH na perspectiva DOTMLPFI

A Tabela 5 sistematiza as lacunas atualmente existentes na perspectiva DOTMLPFI (Patrick, 2014) face à implementação da rede FMN nas FFGH.

Tabela 5 – Lacunas identificadas na perspectiva DOTMLPFI para a implementação da rede FMN.

Vetor	Análise – breve descrição	Lacunas identificadas
Doutrina	A doutrina FMN (OTAN) está a ser adotada como doutrina nacional à medida que esta vem sendo desenvolvida e publicada.	Atualizar as publicações dos Ramos para incluírem o conceito FMN. No entanto, toda a doutrina FMN deverá estar centralizada e acessível (controlo de acessos implementado) na rede interna do EMGFA ou dos Ramos.
Organização	A coordenação e distribuição das tarefas é feita pelo chefe da equipa numa perspectiva de competências dos RH atribuídos e não numa base de distribuição por Ramos.	É necessário definir o estado final desejado para a estrutura (orgânica) FMN (definir e formalizar a organização da estrutura FMN ao nível nacional (quem faz o quê)). É pertinente avaliar em que medida a criação de uma estrutura permanente e dedicada a tempo inteiro poderia alavancar de positivamente o desenvolvimento do projeto e a implementação de estruturas operacionais FMN.
Treino	EMGFA e os Ramos têm participado anualmente em exercícios internacionais promovidos pela OTAN no âmbito do FMN.	Assegurar o treino do pessoal de operações e do pessoal TI de modo a assegurar procedimentos interoperáveis no âmbito da doutrina associada à estrutura FMN. Será necessário promover seminários, palestras, ações de formação de modo divulgar a doutrina e o conhecimento associados aos serviços FMN. Foco em missões conjuntas e combinadas. Apostar na vertente conjunta do treino. Ausência de treino focada em pessoal que integra staffs/área operacional. Potenciar treino interno no sentido de transmitir conhecimento adquirido em exercícios externos para os Ramos. Avaliar a necessidade de implementação de cursos de formação interna ou externa (de operação e/ou técnicos), bem como o ano em que se



		pretende que estes tenham início.
Material	O material e recursos atribuídos existentes ao nível do EMGFA e dos Ramos têm sido suficientes para testar a capacidade nacional em exercícios externos.	Investimento em alguns recursos de infraestruturas TI. Ausência de infraestruturas permanentemente alocadas (criação de um laboratório permanente) ao FMN para efeitos de testes mais sistemáticos e com a finalidade de preparar missões futuras. Ausência de um estudo e especificação da estrutura de missão (arquitetura e pré-implementação). As modificações a efetuar na ARM da Marinha deverão permitir interoperabilidade com o FMN. Será necessário efetuar investimento em soluções tecnológicas que permitam implementar RM alternativas a comunicações SATCOM, tais como LTE-A MCC e TDL (L16 e L22).
Liderança	Atualmente, EMGFA define a direção a seguir no desenvolvimento do FMN, tendo em consideração os contributos dos ramos.	Definir o quadro de utilização do FMN ao nível nacional (curto, médio e longo prazo). A representação nacional em reuniões de trabalho é efetuada simultaneamente pelos três ramos o que não se considera ser o mais desejável. Envolver as estruturas militares de topo no processo de implementação do FMN, direcionando os recursos necessários para a implementação do FMN com o risco de as FFAA ficarem isoladas dos restantes atores.
Pessoal	Atualmente, no âmbito de exercícios realizados, o EMGFA define os recursos humanos (RH) necessários para o desenvolvimento do projeto FMN numa perspetiva conjunta.	Formação e treino do pessoal de operações e do pessoal TI. Falta de RH especializados na área das TI. A elevada rotatividade dos militares nos cargos é um fator adicional a considerar. Prover RH (preferencialmente militares) dedicados a tempo inteiro para este projeto. Fará todo o sentido efetuar esta análise uma vez que se antevê que este projeto irá ter uma duração muito longa (muitos anos), bem como necessidades de



		<u>manutenção após implementação.</u>
Infraestruturas (<i>Facilities</i>)	As infraestruturas existentes são suficientes para acomodar o FMN.	Poderão ser necessárias alterações pontuais.
Interoperabilidade	As infraestruturas das FFGH (e as infraestruturas da Marinha na sua generalidade) são interoperáveis e compatíveis com os requisitos definidos pelo FMN.	Poderão ser necessárias alterações pontuais.

Fontes: (Simões, 2018) (Oliveira, 2018) (autor, 2018)



Conclusões

O FMN é uma federação de RM e corresponde a uma capacidade constituída por pessoas, processos e tecnologia de modo a permitir planejar, preparar, estabelecer, usar ou terminar RM para suportar operações federadas. No futuro próximo, a existência de capacidade FMN será um requisito decisivo para a participação das FFAA em missões OTAN, ONU e UE.

A integração desta capacidade ao nível nacional em 2015 reforçou a necessidade de assegurar a interoperabilidade das TIC das FFAA com os requisitos FMN e OTAN, bem como alinhar os investimentos nesta área.

Verificou-se que os requisitos de interoperabilidade definidos pelo FMN para as ITI (fixas e móveis) delimitadas à SP1 referem-se a uma rede suportada no protocolo TCP/IP. No entanto, estão a ser analisados outros protocolos a ser integrados nas SP superiores de forma a complementar RM FMN, como por exemplos os TDL, que trazem vantagens específicas em cenários operacionais. Importa também referir que os requisitos do FMN são transparentes ao tipo de canal de comunicação/transmissão.

Após análise de dados recolhidos, concluiu-se que as FFGH têm as suas ITI suportadas no protocolo TCP/IP (instaladas e a operar), cumprindo assim na totalidade com os requisitos FMN (Simões, 2018).

Verificou-se também que quando empenhadas em missões internacionais, as FFGH utilizam primariamente sistemas SATCOM para integrar RM. A elevada dependência das FFGH dos sistemas SATCOM para a integração de RM apesar de se constituir como uma solução fiável e testada ao longo de vários anos, traz alguns constrangimentos, entre os quais salientam-se dois: 1) a efetiva utilização de serviços é condicionada pelas reduzidas LB disponibilizadas (neste momento, na ordem de 1-6 Mbps ao nível das FFGH); 2) em ambiente marítimo, existe uma forte dependência por parte das forças operacionais de recursos externos (infraestruturas), impedindo assim uma comunicação direta entre as diferentes unidades da força (Figura 6); 3) elevados custos associados à utilização de SATCOM.

Esta avaliação conduz a duas conclusões. A primeira é a importância que os sistemas SATCOM têm para o cumprimento de missões atribuídas à Marinha, exigindo deste modo um contínuo investimento e atualização destes recursos no sentido de providenciar capacidades adequadas aos meios navais. Considerando um contexto de crescente



necessidade de LB e taxas de transmissão elevadas, que caracterizam o atual “mundo da informação”, antevê-se que este seja um requisito de longo prazo.

A segunda conclusão refere-se à necessidade de implementar alternativas complementares à capacidade SATCOM no sentido de minimizar a dependência dos meios navais destes sistemas. No contexto de desenvolvimento de *all-IP networks*, considera-se que a implementação de arquiteturas do tipo MTWAN, interoperáveis entre os Ramos e unidades OTAN e afiliados FMN, seja uma necessidade premente e convergente com o FMN, constituindo-se assim também como um requisito de longo prazo.

Foram apontadas duas soluções tecnológicas que permitiriam às FFGH diversificar os meios de comunicação existentes, nomeadamente LTE e TDL. Os TDL (Link 16 e Link 22) já podem ser considerados como uma solução disponível para implementar nas FFGH, devendo ser atribuída uma elevada prioridade a esta capacidade.

Relativamente a soluções que envolvam tecnologia 4G/LTE, “possibilitam comunicações de banda larga, com mobilidade” (Capela, 2018), mas ainda não existe resposta adequada no mercado pois não existe atualmente “uma arquitetura e padrões definidos para utilização de tecnologia LTE entre nações e cujos requisitos ao nível OTAN ainda não estão definidos” (Capela, 2018).

Foram elencadas outras soluções tecnológicas, como por exemplo, utilização do protocolo IP sobre HF ou V/UHF (Capela, 2018). Neste caso específico, e conforme indicado no Apêndice D, as FFGH estão dotadas com sistemas HF e V/UHF que “suportam nativamente o protocolo IP”, mas apresentam alguns constrangimentos: 1) estão limitados a LB baixas (alguns kbps); 2) ainda não existem requisitos de arquiteturas de referência OTAN para comunicações *IPoHF*, estando estes a ser discutidos; 3) “modos de funcionamento não interoperáveis (não compatíveis com nenhum STANAG)”, mas que no entanto “poderão ser adicionados componentes de processamento protocolar adicionais que garantam a interoperabilidade, não necessitando o rádio em si de qualquer modificação” (Capela, 2018). Considera-se relevante efetuar uma avaliação mais profunda, de cariz técnico, sobre a eventual implementação desta solução tecnológica (no âmbito do FMN), caracterizando também os cenários operacionais (Marinha) em que a sua aplicabilidade seria viável.

Concluiu-se que as principais modificações a considerar nas ITI das FFGH estão relacionadas com o desenvolvimento e implementação da nova ARM, já em curso. Considerou-se que o ciclo de renovação das infraestruturas TI é suficiente para assegurar a



Bibliografia

- Acheson, 2000. *Final Communiqué of the North Atlantic Council*, Washington: s.n.
- ACT-C2DS, 30 October 2016. *FMN Spiral 2 Specification*, s.l.: NATO.
- Advantesco, 2018. *MARINE*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.advantesco.com/marine.html>
[Acedido em 30 março 2018].
- Aires, L., 2015. *Paradigma Qualitativo e práticas de Investigação Educacional*. 1ª edição ed. Lisboa: Universidade Aberta.
- Ali, K., 2016. *TACOMS+ Concept and Architecture: Annex 10 Terms and Definitions*, s.l.: TACOMS+ Standardizing Federated Networking.
- Amrita Center for Wireless Networks and Applications - India, 2017. *Micronet - Mobile Infrastructure for Coastal Region Offshore Communications & Networks*. [Em linha]
Disponível em: <https://www.amrita.edu/research/project/micronet-mobile-infrastructure-coastal-region-offshore-communications-networks>
[Acedido em 30 março 2018].
- An, K., 2016. *E-navigation Services for Non-SOLAS Ships*. [Em linha]
Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240553521630002X>
[Acedido em 30 março 2018].
- Azevedo, P., 2017. *Manual de Sistemas de Comunicações Móveis*. [Em linha]
Disponível em: <http://opac.iefp.pt:8080/images/winlibimg.aspx?skey=&doc=73176&img=1183>
[Acedido em 30 abril 2018].
- Baptista, M. L. M., 2010. *Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico*, s.l.: Universidade de Lisboa, Instituto de Educação.
- Bezerra, R. M., 2008. *A Camada de Rede*. [Em linha]
Disponível em: <http://www2.ufba.br/~romildo/downloads/ifba/rede.pdf>
[Acedido em 27 março 2018].
- Blank, A. G., 2004. *TCP/IP Foundations*. 1ª ed. San Francisco; London: Sybex.
- Branco, C. M., 2015. A participação portuguesa em missões de paz da ONU. *Relações Internacionais*, setembro.47(Relações Internacionais).



- Caeiro, N. S., 2018. *Entrevista DITIC* [Entrevista] (30 março 2018).
- Caldeirinha, R., 2003. *Comunicações Móveis: Mitos e Realidades (ESTG)*. [Em linha] Disponível em: http://www.dei.estg.ipleiria.pt/eventos/conferencias/crsc2003/apresentacoes/ESTG%20-%20crsc2003_moveis.pdf [Acedido em 30 abril 2018].
- Capela, G. G., 2018. *Entrevista na DITIC - Primeiro-tenente Germano Gonçalves Capela* [Entrevista] (02 maio 2018).
- Combined Communications-Electronics Board, 2010. *ACP 200(B) - Volume 2 - Maritime Tactical Wide Area Networking (MTWAN) - Technical Instructions*, s.l.: CCEB.
- Correia, P. L., 2018. *Entrevista ao Instituto Superior Técnico / Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores* [Entrevista] (10 maio 2018).
- Diário da República, 2018. Ratificação e implementação do STANAG 4731 (Edition 1) - Diário da República n.º 43/2018, Série II. *DRE*, 01 março, pp. 6508 - 6508.
- DUONS, 2018. *Private 4G/LTE | Duons Australia*. [Em linha] Disponível em: <http://www.duons.com.au/private-tactical-4g-lte/> [Acedido em 30 março 2018].
- Ebbutt, G., 2013. Networking future battlelabs. *Jane's International Defense Review*, setembro, pp. 62-65.
- EID, 2018. *EID - PRC-525 Combat Net Radio*. [Em linha] Disponível em: http://www.eid.pt/prod/7/prc-525_combat_net_radio/56/Specifications [Acedido em 15 maio 2018].
- EID, 2018. *EID - Rádio tático multibanda PRC-525*. [Em linha] Disponível em: www.eid.pt/documentos/catalogos/online/prc-525_ed1_pt.pdf [Acedido em 15 maio 2018].
- EMGFA, 2016. *Memorando nº008/CEMGFA/2016 - Afiliação Nacional à FMN*. Lisboa: s.n.
- Eusébio, F. A. P., 2017. *Entrevista ao Primeiro-tenente Pereira Eusébio (EMGFA)* [Entrevista] (14 dezembro 2017).
- Friedrich, G., 2014. *Session 2 – New Generation C2 Services “From Afghanistan Mission Network to Federated Mission Networking”*. Bucharest, Romania, NCI Agency, p. 16.



- Gaspar, P. A. R., 2017. *Trabalho de Investigação Individual - TACTICAL DATA LINKS na Marinha Portuguesa - Gestão da Mudança*, Pedrouços: Instituto Universitário Militar.
- Graça, C. J. d. S., 2017. *Redes de dados IP para o suporte de Sistemas Operacionais - Federated Mission Network (FMN)*, Pedrouços: Instituto Universitário Militar.
- Henriques, M. M., 2016. *BLUECOM+ leva a Internet a zonas remotas do oceano*. [Em linha]
Disponível em: <https://excelenciapt.com/site/?p=5167>
[Acedido em 30 março 2018].
- Höyhtyä, M., Apilo, O. & Lasanen, M., 2018. *Review of Latest Advances in 3GPP Standardization: D2D Communication in 5G Systems and Its Energy Consumption Models*. [Em linha]
Disponível em: www.mdpi.com/1999-5903/10/1/3/html
[Acedido em 30 março 2018].
- IALA, 2017. *Products & Projects - E-Navigation*. [Em linha]
Disponível em: www.iala-aism.org/products-projects/e-navigation/test-bedsprojects/smart-navigation-project/
[Acedido em 30 março 2018].
- INQUIRERE, 2017. *4G LTE Connectivity*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.inquirere.com/4g-lte/>
[Acedido em 30 março 2018].
- Interoperability Systems International, 2018. *Universal Link System (ULS) - The Multi Tactical Data Link Gateway Engine*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.isihellas.com/products/tactical-data-links/universal-link-system-uls>
[Acedido em 09 maio 2018].
- ITU-T, 2018. *ITU-T's Definition of NGN*. [Em linha]
Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/ngn/Pages/definition.aspx>
[Acedido em 07 maio 2018].
- Lambert, N., 2015. *NAC approves NATO Federated Mission Networking Implementation Plan*. [Em linha]
Disponível em: <https://www.ncia.nato.int/NewsRoom/Pages/03022015->



NFMNIP.aspx

[Acedido em 10 dezembro 2017].

Leitão, M. J. M., 2009. *Redes de Comunicações Móveis*. [Em linha]
Disponível em: https://web.fe.up.pt/~mleitao/CMOV/Teoricas/CMOV_RCM.pdf
[Acedido em 30 abril 2018].

Marine Electronics Croatia, 2018. *Advanced Maritime Technologies, LLC*. [Em linha]
Disponível em: <http://navcom-solutions.com/partners/details/advanced-maritime-technologies-llc>
[Acedido em 30 março 2018].

MDN, 2016. *Pº3575/91(4), nº1625/CG - Despacho MDN sobre o Memorando 008/CEMGFA/2016 (Afiliação Nacional ao FMN)*. Lisboa: s.n.

Ming, W., 2014. *Ocean Vessel Wi-Fi - VSAT and Cellular Bonding*. [Em linha]
Disponível em: <https://forum.peplink.com/t/ocean-vessel-wi-fi-vs-at-and-cellular-bonding/2532>
[Acedido em 30 março 2018].

Ministry of Oceans and Fisheries, Republic of Korea, 2018. *SMART-Navigation Project*.
[Em linha]
Disponível em: <http://www.smartnav.org/eng/html/SMART-Navigation/summary.php>
[Acedido em 30 março 2018].

NATO Communications and Information Agency, 2017. *Federated Mission Networking*.
[Em linha]
Disponível em: <https://dnbl.ncia.nato.int/FMN/SitePages/Home.aspx>
[Acedido em 10 dezembro 2017].

NATO, 2014. *NATO Federated Mission Networking Implementation Plan - Volume I*, s.l.: s.n.

NATO, 2017. *Acronyms & Definitions*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.act.nato.int/acronyms#D>
[Acedido em 11 dezembro 2017].

NATO-ACT, 2017. *Allied Command Transformation*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.act.nato.int/cwix>
[Acedido em 11 dezembro 2017].



- NATO-NSO, 2017. *NETWORKING FRAMEWORK FOR ALL-IP TRANSPORT SERVICES (NETIP), Edition A Version 1*, Bruxelas: NATO.
- NCI-Agency, 2014. *FMN Spiral 1 Specification - Annex C*, s.l.: NATO.
- NETMANIAS, 2015. *SK Telecom to realize the World's First LTE Network for Seamless Maritime Wireless Communications*. [Em linha]
Disponível em: https://www.netmanias.com/en/post/korea_ict_news/7770/korea-lte-sk-telecom/sk-telecom-to-realize-the-world-s-first-lte-network-for-seamless-maritime-wireless-communications
[Acedido em 30 março 2018].
- Neves, N. R., 2018. *Entrevista ao Primeiro-tenente Nuno Reis Neves (Direção de Navios)* [Entrevista] (03 maio 2018).
- Oliveira, E., 2007. *Metodologias de Investigação Científica*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Oliveira, L. d., 2017. *Reunião de preparação MEETING #4 FMN*. SHAPE, Mons (Bélgica): Comando Naval.
- Oliveira, L. d., 2018. *Entrevista ao Comando Naval - Capitão-tenente Lopes de Oliveira* [Entrevista] (30 abril 2018).
- Patrick, V. H., 2014. *Article 03 - Think Box - What about DOTMLPFI?*. [Em linha]
Disponível em: http://www.webdiver.be/Non_diving/Docs/Article-03-What-about-DOTMLPFI.pdf
[Acedido em 01 maio 2018].
- Pedrinho, S. M., 2017. *Dissertação de Mestrado: Análise do uso do LTE-A MCC entre os militares em ambientes operacionais*, Lisboa: IST.
- Perdigão, H. A. d. S., 2017. *FFAA Portuguesas testam capacidades de Ciberdefesa e de Comunicações na maior exercício de interoperabilidade da NATO*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.emgfa.pt/pt/comunicados/2017-14>
[Acedido em 11 dezembro 2017].
- Rainer, J. R. K. & Cegielski, C. G., 2012. *Introdução a Sistemas de Informação*. 3ª ed. São Paulo: CAMPUS - ELSEVIER.
- Ramos, M. B. F., 2017. *Dissetação de Mestrado: Análise do uso de LTE-A em Comunicações de Missão Crítica entre viaturas militares em cenários operacionais*, Lisboa: IST.



- Ray, J., 2016. *U.S. launches its highest capacity military communications satellite*. [Em linha]
Disponível em: <https://spaceflightnow.com/2016/12/08/u-s-launches-its-highest-capacity-military-communications-satellite/>
[Acedido em 30 março 2018].
- Santos, L. et al., 2016. *Orientações metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação*. Pedrouços: Instituto Universtiário Militar.
- Schiller, J., 2003. *Mobile Communications*. 2ª ed. Edinburg Gate, Harlow: Addison-Wesley, Pearson Education.
- Silva, E. A. d., 2013. *Revista Angolana de Sociologia*. [Em linha]
Disponível em: <http://journals.openedition.org/ras/740>
[Acedido em 15 dezembro 2017].
- Simões, L. M. M., 2018. *Entrevista ao Capitão-tenente Mendes Simões (DITIC)* [Entrevista] (12 março 2018).
- Sousa, F. X. F., 2011. A Participação de Portugal nas Operações de Paz e a Segurança Nacional. *Revista Militar*, fevereiro / março. Volume 2509/2510.
- Superintendência do Pessoal, 2017. *Despacho nº0633/SP, Processo 090.60.06, - Nomeação de representantes para os grupos de trabalho da "Federated Mission Networking (FMN)"*. Lisboa: s.n.
- TACOMS-EA Frontend, 2017. *TACOMS EA Model*. [Em linha]
Disponível em: <https://tacoms-ea.frontend.se/TACOMS/Controller.aspx?elementId=8564A405D7D04D33B4C04DD3932EA863&elementType=Process&modelMasterId=>
[Acedido em 11 dezembro 2017].
- Wingrove, M., 2015. *SK Telecom unveils wireless maritime communications plan*. [Em linha]
Disponível em: http://www.marinemec.com/news/view,sk-telecom-unveils-wireless-maritime-communications-plan_38795.htm
[Acedido em 30 março 2018].



Anexo A — Requisitos da rede FMN para os diferentes afiliados (tipos A, B e C)

No	Requirements	Affiliation Options		
		A	B	C
1.	Undergo the FMN Affiliation process.	✓	✓	✓
2.	Conduct Affiliate's FMN capability development compliant with FMN Spiral Specifications.	✓	✓	N/A
3.	Verify technical interoperability of Affiliate's new services to be used in a federated environment.	✓	✓	N/A
4.	Conduct operational validation of Affiliate's new services to be used in a federated environment.	✓	✓	N/A
5.	Execute the FMN education to Affiliate's forces for their capability level.	✓	✓	✓
6.	Execute the training of Affiliate's FMN-ready forces for their capability level.	✓	✓	✓
7.	Demonstrate FMN readiness in a confirmation event.	✓	✓	✓
8.	Establish processes to act as a potential Mission Network Service Management Authority.	✓	N/A	N/A
9.	Conduct FMN Service Management and Control activities.	✓	✓	N/A
10.	Conduct CIS Security accreditation of Affiliate's contribution to federated Mission Networks.	✓	✓	N/A

✓ – required
N/A – not applicable

Figura 20 - Requisitos de processos e de procedimentos para diferentes tipos de afiliados.

Fonte: (NATO, 2014)

No	Requirements	Affiliation Options		
		A	B	C
1.	Be able to provide networking and information infrastructure to federated Mission Network instantiations in accordance with FMN Spiral Specifications.	✓	✓	N/A
2.	Be able to provide mission essential services identified in FMN Spiral Specifications to federated Mission Network instantiations.	✓	O	N/A
3.	Be able to participate in federated Mission Network instantiations in accordance with the FMN Instructions Templates.	✓	✓	N/A
4.	Provide the capability to act as a Mission Network Service Management Authority, as defined in the FMN Instructions Templates.	✓	N/A	N/A
5.	Provide test facility capabilities with networking infrastructure and mission essential services defined in FMN Spiral Specifications to support verification and validation of Affiliate's services. in accordance with procedures and instructions defined by the FMN CIAV WG	✓ ⁵	✓ ⁵	N/A

✓ – required
O – optional
N/A – not applicable

Figura 21 - Requisitos técnicos para diferentes tipos de afiliados.

Fonte: (NATO, 2014)

No	Requirements	Affiliation Options		
		A	B	C
1.	Be compliant with approved FMN Reference Architecture.	✓	✓	N/A
2.	Be compliant with approved FMN Standard Profile.	✓	✓	N/A
3.	Be compliant with approved FMN Instructions.	✓	✓	N/A
4.	Train and equip to contribute capabilities (services) included in FMN fielded baseline.	✓	✓	N/A
5.	Be able to use mission essential services identified in FMN Spiral Specifications.	✓	✓	✓

✓ – required
N/A – not applicable

Figura 22 - Requisitos de conformidade para diferentes tipos de afiliados.

Fonte: (NATO, 2014)



Affiliation Options	Requirements							
	MG	Sec	OC WG	CP WG	CIC WG	MCSMA	CIAV WG	TF
A	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	as required
B	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	as required
C	✓	O	✓	O	O	O	O	as required

✓ – required
O – optional

Figura 23 – Requisitos mínimos a nível de recursos humanos para diferentes perfis.

Fonte: (NATO, 2014)

Body	Frequency per year	Participant Profile
MG	2 x	National/organisational representative with sufficient authority within their organisations to enable timely and effective decision making on FMN related matters. Authorized representative to provide national position and feedback
Secretariat	Permanent	National/organisational Liaison Officer to other affiliates National FMN SME and Promoter National enabler for FMN Secretariat management functions Co-ordinator with other affiliates on all FMN Secretariat related issues Provider and maintainer of national input to deliverables produced by the FMN Secretariat National contributor to deliverables produced by the FMN Secretariat
OC WG	2 x	National/organisational representative with sufficient authority within his/her organisation that permits national or organisational commitment on operational related matters in a timely and effective manner. Co-ordinator with other affiliates on all OC related issues Contributor to deliverables produced by the OC WG
CP WG	2 x	National/organisational representative with sufficient authority within his/her organisation to enable timely and effective decision making on FMN Capability Planning related matters. Co-ordinator with other affiliates on all CP related issues Contributor to deliverables produced by the CP WG
CIC WG	2 x	National/organisational representative with sufficient authority within his/her organisation to enable timely and effective decision making on Service Management and change implementation related matters. Co-ordinator with other affiliates on all CP related issues Contributor to deliverables produced by the CIC WG
MCSMA	2 x	National/organisational representative with sufficient authority within his/her organisation to enable timely and effective decision making on CIS security related matters. Co-ordinator with other affiliates on all MCSMA related issues Contributor to deliverables produced by the MCSMA
CIAV WG	4 x	National/organisational representative with sufficient authority within his/her organisation that permits national or organisational engagement on FMN Interoperability Assurance, Verification and Validation related matters in a timely and effective manner. Co-ordinator with other affiliates on all CIAV related issues. Contributor to deliverables produced by the CIAV WG. Lead Engineer with subject matter expertise with regard to the national/organisational V&V capability and the provided systems/services

Figura 24 - Perfil dos cargos de gestão.

Fonte: (NATO, 2014)



Anexo B — Desenvolvimento das Espirais (Graça, 2017) (NATO, 2014)

Tabela 6 - Desenvolvimento das Espirais nº1,2,3

	SPIRAL 1	SPIRAL 2	SPIRAL 3
Serviços Funcionais		<i>Situational Awareness</i> <i>JISR¹ Information</i> <i>Sharing</i> MEDEVAC <i>¹ Joint Intelligence, Surveillance and Reconnaissance</i>	<i>Air Tasking</i> <i>Collection Management</i> <i>Logistics</i> <i>Medical</i>
Serviços Humano-Humano	<i>Mensagens informais</i> <i>Colaboração baseada em texto</i> <i>Colaboração baseada em áudio</i> <i>Colaboração baseada em vídeo</i> <i>Colaboração via Web</i> <i>Hosting</i>	Video e Áudio unificado	<i>Calendar and Scheduling</i>
Habilitação de Serviços	<i>Comunicações</i> <i>Domain Naming</i> <i>Tempo distribuído</i> <i>Autenticação</i> <i>Sincronização de diretoria</i>	Marcas de Segurança	<i>Security Labelling</i> <i>Distributed Search</i> <i>App Store</i> <i>Cloud (IaaS)</i>

Fonte: (Graça, 2017)



Apêndice A — Resumo do Processo de Investigação

Tabela 7 - Resumo do processo de investigação

“Federação de RM OTAN - impacto nas ITI das FFAA”					
Objeto de Investigação	Objetivos da Investigação	Questão Central	Questão Derivada	Organização do TI	Método de Recolha de Dados
<p><u>Infraestruturas de rede (fixas e móveis), relevantes no processo nacional de afiliação à FMN de uma unidade naval (FFGH)</u></p>	<p>OG: Avaliar o impacto nas ITI dos Ramos (fixas e móveis) que resultará do processo de afiliação à FMN.</p>	<p>Qual o impacto do processo nacional de afiliação à FMN nas infraestruturas de RM (fixas e móveis) uma unidade naval, nomeadamente de uma FFGH?</p>	<p>QD1: Qual o estado de interoperabilidade das infraestruturas de RM (fixas e móveis) de uma unidade naval, nomeadamente de uma FFGH?</p> <p>QD2: Quais serão as modificações necessárias nas infraestruturas de RM (fixas e móveis) de uma unidade naval, nomeadamente de uma FFGH?</p> <p>QD3: Qual o impacto resultante das modificações que são necessárias nas infraestruturas de RM (fixas e móveis) de uma unidade naval, nomeadamente de uma FFGH, na perspectiva DOTMLPF-I, resultante do processo de afiliação à FMN.</p>	<p>CAP 1 - Introdução</p> <p>CAP 2 – Objetivos e síntese metodológica</p>	<p>Análise documental</p> <p>Revisão da Literatura</p>
	<p>OE1: Analisar o estado de interoperabilidade das infraestruturas de RM (fixas e móveis) de uma unidade naval, nomeadamente de uma FFGH, com os requisitos definidos pela capacidade FMN.</p>			<p>CAP. 3 - Apresentação dos requisitos de interoperabilidade da capacidade FMN definidos para as infraestruturas de RM (fixas e móveis) e delimitadas à SP1</p>	<p>Análise documental</p> <p>Revisão da Literatura</p> <p>Entrevista semiestruturadas</p>
	<p>OE2: Identificar as modificações necessárias nas infraestruturas de RM (fixas e móveis) de uma unidade naval, nomeadamente de uma FFGH, de modo a ficar dotada com capacidade FMN.</p>			<p>CAP. 4 – Análise do estado de interoperabilidade das infraestruturas de RM (fixas e móveis) de uma FFGH</p>	<p>Entrevista semiestruturadas</p> <p>Análise documental</p> <p>Observação</p>
	<p>OE3: Avaliar o impacto das modificações necessárias nas infraestruturas de RM (fixas e móveis) de uma unidade naval, nomeadamente de uma FFGH, na perspectiva DOTMLPFI, resultante do processo de afiliação à FMN.</p>			<p>CAP. 5 – Identificação das modificações necessárias nas infraestruturas de RM (fixas e móveis) de uma FFGH de modo a ficar dotada com capacidade FMN</p> <p>CAP.6 - Avaliação do impacto das modificações necessárias nas infraestruturas de RM (fixas e móveis) de uma FFGH na perspectiva DOTMLPF-I</p> <p>Conclusões</p>	<p>Entrevista semiestruturadas</p> <p>Análise documental</p> <p>Análise dos resultados</p>

Fonte: (autor, 2018)



Apêndice B — Entrevista - DITIC

No dia 12 de março de 2018 foi realizada uma entrevista semiestruturada ao Capitão-tenente Mendes Simões no desempenho de funções na DITIC.

1. Quais são as funções que desempenha no âmbito do projeto de implementação da rede FMN?
 - Representante nacional (*National Lead*), pelo EMGFA, no *Coalition Interoperability Assurance and Validation Working Group* do FMN (Superintendência do Pessoal, 2017).
2. Em que exercícios é que Marinha (DITIC) já participou no âmbito do projeto FMN?
 - A Marinha participou com recursos humanos (RH) disponibilizado ao EMGFA para forma uma equipa conjunta multidisciplinar no CWIX 2017. Iremos participar no CWIX 2018 nos mesmos moldes.
3. Como é que é feita a coordenação entre a Marinha e o EMGFA nestes exercícios? Como são distribuídas as tarefas entre os diferentes Ramos nestes exercícios?
 - O EMGFA solicita RH que integram uma equipa conjunta. A coordenação e distribuição das tarefas é feita pelo chefe da equipa numa perspetiva de competências dos RH atribuídos e não numa base de distribuição por Ramos.
4. Quais foram os objetivos e contributo da Marinha (DITIC) nestes exercícios e os resultados obtidos nestes exercícios?
 - Os objetivos são definidos pelo EMGFA e basicamente são verificar a conformidade das soluções adotadas em linha com a *baseline* identificada e tendo por base a espiral considerada. Resultado obtido: testes efetuados com sucesso sendo que a solução nacional apresentada no CWIX 2017 ficou comprovada para a espiral 1.1. Capacidade do pessoal TI “certificada”.
5. Em que fase de implementação é que se encontra o projeto FMN ao nível da NATO?
 - FMN já se encontra na fase de validação da espiral 2. Exercício CWIX 2018 pretende-se que os afiliados comprovem e validem os serviços das respetivas *baseline* relativamente aos requisitos definidos para a espiral 2. Para o efeito tem vindo a ser desenvolvidos e definidos dezenas de *test cases* e respetivos *scripts*.
6. E na Marinha (DITIC), temos acompanhado os desenvolvimentos? Temos tido dificuldades para a implementação do FMN?



- Estamos ainda numa fase de acompanhamento e de obtenção de conhecimento dentro do conceito. Temos contribuído com conhecimento técnico dos nossos SME para os conteúdos dos produtos desenvolvidos no âmbito do FMN. O maior problema está associado aos recursos de pessoal TI, pela significativa escassez de pessoal qualificado dentro da Marinha. Este problema é transversal aos outros ramos e EMGFA. Em termos de *hardware*, apesar de existirem necessidades de investimento, não se identificam constrangimentos técnicos na implementação de serviços conformes com a espiral 1 e 2.
7. Quais são as principais prioridades da Marinha (DITIC) para a o FMN?
- Não existem ainda prioridades definidas oficialmente. As linhas de ação serão continuar a acompanhar o projeto e obter o máximo de conhecimento no sentido de implementar serviços e sistemas conformes com os requisitos das espirais FMN na infraestrutura TI da Marinha.
8. De uma forma muito genérica, quais são os requisitos de infraestruturas de rede definidos para o FMN?
- Rede TCP/IP na espiral 1, mas a partir da espiral 2 começam a ser incluídos sistemas com protocolos de comunicações próprios. Por exemplo os TDL.
9. De um modo simplista, pode-se afirmar que FMN é um conjunto de serviços que correm sobre uma rede TCP/IP e que vão sendo cumulativamente incrementados ao longo de várias espirais?
- Sim na fase inicial, com a SP1. Não com a conseqüente evolução e decurso das sucessivas espirais em que serão incluídos serviços e sistemas com protocolos de comunicações próprios, como é o caso dos TDL, tal como já referi.
10. Os requisitos FMN são transparentes ao tipo de canal de comunicação/transmissão (ou seja, os diferentes afiliados poderão escolher em função de diversas condicionantes internas e externas o tipo de meio a utilizar em diferentes cenários)?
- Sim de alguma forma. O objetivo essencial do FMN é a interoperabilidade de serviços, de ponta a ponta, de utilizador a utilizador, sendo que para os utilizadores não interessa por onde são encaminhados os serviços. Em função das condicionantes de cada cenário, poderão ser utilizados diversos suportes, como comunicações satélite, fibras óticas, LTE/5G/4G/3G, cabos de rede, etc. O que interessa é que os requisitos de segurança, interoperabilidade e arquitetura de rede sejam cumpridos, bem como o fluxo



de informação corra entre os diferentes afiliados de modo a possibilitar uma tomada de decisão eficaz e eficiente ao nível C2.

11. As infraestruturas de rede instaladas a bordo das FFGH cumprem os requisitos definidos para infraestruturas FMN?
 - Sim para a SP1, uma vez que as infraestruturas de rede das FFGH assentam no protocolo TCP/IP.
12. Existem constrangimentos ao nível da interoperabilidade de infraestruturas?
 - Não existem constrangimentos. As redes de bordo são totalmente interoperáveis com requisitos FMN, desde que devidamente configuradas (sendo que a DITIC tem capacidade para efetuar as configurações necessárias no âmbito do FMN).
13. Existe capacidade para configurar e testar as RM previamente em oficina/laboratório da DITIC, testadas e só depois montadas a bordo? Esta capacidade traz vantagens?
 - Sim. A arquitetura e infraestrutura de serviços conforme com o FMN poderá ser previamente projetada e testada em oficinas da DITIC e posteriormente montada a bordo, tal como já se faz hoje em dia para outros serviços. Esta capacidade traz inúmeras vantagens. Entre elas permite minimizar o impacto na vida de bordo, corrigir problemas técnicos atempadamente em oficina, rentabilizar os recursos tanto da DITIC como do pessoal de bordo, diminuir o número de pessoal TI com formação técnica específicos, etc.
14. No caso de fragatas FFGH atracadas num porto nacional, qual será o meio físico preferencial para efetuar comunicações com terra para serviços FMN?
 - Os que existem em produção, a infraestrutura *In-Port Communications*.
15. E no caso de FFGH em missão e integrada força NATO com serviços FMN ativados? Especificamente, quais os sistemas?
 - Sendo serviços IP será como é feito para outros serviços hoje em dia, através de Comunicações Satélite. Para outros serviços/sistemas utilizar-se-ão comunicações LOS (VHF/UHF) e BLOS em VLF/LF/MF/HF. Tudo dependerá do que for sendo incluído nas próximas espirais.
16. As comunicações de satélite das FFGH têm LB adequada para implementar serviços conformes com FMN? (Qual a LB disponibilizada por este sistema?)
 - A LB disponibilizada pelos sistemas de comunicações satélite instalados a bordo é adequada para a implementação de serviços conformes com FMN. No entanto, alguns



serviços que consomem LB elevadas irão correr com algumas limitações (ex. VTC). A LB atualmente nas FFGH está limitada a 1-2Mbps por especificações dos equipamentos instalados. Com o MLU e substituição dos atuais sistemas SATCOM por novos com LB na ordem 4-6Mbps a limitação passa, até aquele valor, para a LB que venha a ser contratada missão a missão.

17. A Tabela 3 do presente trabalho lista de requisitos de infraestruturas de rede e de serviços necessários para operacionalizar a SP1 (e alguns serviços da SP2). É possível indicar quais serão as principais limitações que se prevê ocorrerem na situação de ligação por via IN PORT COMM e por via de comunicações satélite? (Ou seja, identificar limitações do ponto de vista da efetiva utilização dos serviços).

- Os sistemas de comunicação satélite instalados nas FFGH têm atualmente uma LB de 1-2Mbps, prevendo-se ficarem com 4-6Mbps após MLU das FFGH. Os serviços *VoIP* e VTC poderão ser ou não operacionalizáveis dependendo do conjunto total de serviços que têm de funcionar instantaneamente e da LB contratualizada para uma determinada missão.

18. E relativamente às ITI fixas e móveis (FFGH), existe capacidade para operacionalizar a implementação FMN nos navios na Marinha? A capacidade seria instalada apenas com recurso ao que já existe instalado nos navios, ou seria necessário a DITIC/EMGFA ou outros fornecer equipamento adicional (qual)? Quais as lacunas e necessidades existentes?

- Sim, as infraestruturas de rede das FFGH fixas e móveis têm capacidade para a implementação serviços conformes com o FMN. Seria necessário fornecer algum *hardware*, eventualmente fazer alguns trabalhos de configuração e dar formação e apoio técnicos ao pessoal de bordo.

19. Quais as modificações que considera que sejam necessárias efetuar a bordo FFGH de modo a operacionalizar a capacidade FMN?

- Substituir e reconfigurar o equipamento de roteamento de bordo de modo a garantir o acesso a serviços conformes com o FMN, ao longo do tempo para cada espiral.
- Providenciar equipamento necessário para a implementação da rede (necessário investimento).
- Ao nível dos sistemas de comunicações satélite não se antevê serem necessárias modificações adicionais/específicas.



- Treinar o pessoal de bordo (tanto da área de operações como pessoal TI) de modo a capacitar as guarnições de serem capazes de operar e manter os sistemas e corrigir eventuais problemas técnicos que possam surgir.
20. Na sua perspectiva, quais são os impactos que a implementação de serviços conforme com o FMN a bordo das FFGH poderá ter sob o ponto de vista DOTMLPFI? Considera que existem lacunas que ainda é preciso corrigir? (foi fornecida Tabela 5 com alguns campos preenchidos, tendo ficado aqui registados apenas os contributos adicionais).
- Doutrina - Atualizar as publicações da Marinha para incluírem o conceito FMN.
 - Treino - será necessário promover seminários, palestras, ações de formação de modo divulgar a doutrina e o conhecimento associados aos serviços FMN. Foco em missões conjuntas e combinadas.



Apêndice C — Entrevista - Comando Naval

No dia 02 de maio de 2018 foi realizada uma entrevista semiestruturada ao Capitão-tenente Lopes de Oliveira no desempenho de funções no Comando Naval (COMNAV).

1. Quais são as funções que desempenha no âmbito do projeto de implementação da rede FMN?
 - Sou representante nacional no grupo OCWG (*Operational Coordination Working Group*) do FMN (Superintendência do Pessoal, 2017). Assumi funções em 2017.
2. Quais foram, em termos genéricos, os contributos que Marinha (COMNAV) tem dado para o projeto?
 - Participação na reunião preparatória do Meeting Group n°4 do FMN que se realizou no SHAPE (Bélgica) em outubro de 2017 (Oliveira, 2017). De resto, nada de relevante.
3. Quais são as prioridades que a Marinha (COMNAV) tem para este projeto [...]?
 - [...] conforme exposto no relatório que elaborei da reunião mencionada na questão 4, o FMN tem objetivos definidos a curto, médio e longo prazo.
4. Já existe alguma ideia sobre o tipo de missões em que a Marinha venha a participar onde a capacidade FMN seja um requisito?
 - Todas as missões internacionais e nacionais, especialmente se envolverem atores não governamentais. O objetivo do FMN é desenvolver normas técnicas, processos e formação necessária para implementação de estruturas de comunicações orientadas para a missão, de forma a interligar países (OTAN e não-OTAN) e organizações quando participem numa determinada operação, e que visa criar redes de missão de fácil e rápido emprego operacional, com um nível de interoperabilidade total. Por exemplo, na operação SOPHIA (na qual os nossos submarinos têm participado) já está prevista uma rede de missão (EUNAVFORMED) de classificação confidencial que inclui a montagem de equipamentos adicionais a bordo e em terra para assegurar a integração na rede e respetiva interoperabilidade (máquina de cifra, servidores, computadores, etc.).
5. Como é que o COMNAV perspetiva implementar, em termos práticos/resumidos, o FMN na Marinha? Já se perspetiva alguma definição de *End State*?
 - Ter acesso à informação de forma interoperável com todos os atores presentes num determinado teatro de operações, sem necessidade de montagens adicionais.



6. E em termos de implementação de serviços a bordo? Já se pensou, por exemplo, na estrutura operacional e na quantidade de terminais que teriam de existir, na perspetiva do operador, com acesso aos serviços do FMN?
 - Não se pode abordar esta questão deste modo pois cada missão é diferente e as necessidades serão diferentes. O que é importante é que os equipamentos que venham a ser adquiridos/instalados serem logo de raiz convergentes com os requisitos do FMN. Penso que a implementação das redes de missão não será problemática.
7. Sabendo de antemão que existem limitações ao nível da LB atribuída a cada navio quando está em missão, e que não são facilmente ultrapassáveis pois encontram-se ao nível das infraestruturas ou capacidade financeira externa à Marinha, e sabendo também que existem outros serviços instalados a bordo (intranet, internet, secreta, etc.), como é que se está a pensar em implementar FMN na perspetiva operacional? Vai haver serviços que vão ser reduzidos ou eliminados? A NSWAN vai continuar a operar paralelamente ao FMN? Vais existir algum plano que priorize entre si os serviços?
 - Sem dúvida que deverão ser definidas prioridades para as diferentes redes/serviços a operar em cada cenário operacional. Se necessário, as redes menos relevantes deverão estar desconetadas (ou desativadas) a maior parte do tempo para não interferir com a operação, sendo estabelecidas pontualmente (por períodos curtos) apenas para atualizar informação essencial.
8. A questão anterior leva a uma outra pergunta. Com a implementação da capacidade FMN será que vão existir redes redundantes e que possam ser eliminadas?
 - Redundantes não são, pois teremos redes operacionais e redes administrativas. Mas seria interessante que todas convergissem para uma só rede. Mas isso passa por uma solução técnica e não tanto operacional. [...].
9. Será que os operadores terão capacidade de gerir toda a informação proveniente de inúmeras fontes/redes? O risco de erro na compilação de toda a informação associado a esta multiplicidade de capacidades já foi avaliado?
 - Ao nível da operação não seria problemático (conforme se pode concluir das operações já realizadas ex.: SOPHIA). Tem que ver principalmente com o facto de cada missão servir-se de uma rede principal na qual assenta quase todo o C2, remetendo as restantes redes para planos secundários.
10. [...]



11. E em termos de acreditação dos espaços físicos: terão que existir modificações a implementar? Quais?

- Não antevejo grandes dificuldades neste campo, uma vez que as unidades já estão acreditadas em redes classificadas. A FMN seria apenas mais uma.

12. Já existe alguma perspetiva ao nível das necessidades de treino interno no âmbito do FMN?

- Não sei se fará sentido falar em treino interno a curto prazo. Eventualmente, numa fase inicial, apenas pequenas ações/formações à medida das necessidades, dependendo sempre do enquadramento da missão, dos objetivos e dos serviços disponibilizados nessa rede.
- Há que se avaliar o tipo de serviços que se pretendem para as missões (se for só *web browsing*, *VoIP* e pouco mais talvez não faça sentido ações de formação).
- O aspeto efetivamente relevante são os procedimentos de transmissão e de receção de informação dentro da força.

13. Na sua perspetiva, quais são os impactos que a implementação de serviços conforme com o FMN a bordo das FFGH poderá ter sob o ponto de vista DOTMLPFI?

Após o *draft* da Tabela 5 apresentada, tenho apenas a acrescentar o seguinte:

- Material: é muito relevante edificar um laboratório de carácter permanente para efetuar testes continuamente ao longo do ano, bem como ter capacidade de preparar antecipadamente as missões.
- Liderança: Envolver as estruturas militares de topo no processo de implementação do FMN, direcionando os recursos necessários para a implementação do FMN com o risco de as FFAA ficarem isoladas dos restantes atores. Aqui é muito relevante reforçar que se Portugal não adquirir capacidade FMN ficará num futuro a médio prazo isolado e sem capacidade para participar em missões internacionais.
- Pessoal: referir que a rotação de cargos 2-2 anos ou 3-3 anos pode não ser o ideal no que diz respeito à edificação de novas capacidades. Podemos correr o risco de o *know-how* perder-se.



Apêndice D — Entrevista à DITIC – Primeiro-tenente Gonçalves Capela

No dia 14 de maio de 2018 foi realizada uma entrevista semiestruturada por via de correio eletrônico ao Primeiro-tenente Gonçalves Capela no desempenho funções na DITIC.

1. Quais são as funções que atualmente desempenha? Tem alguma responsabilidade no âmbito do projeto de implementação da rede FMN?
 - Chefe da Secção de Telecomunicações da DITIC. Responsabilidade no cumprimento dos requisitos definidos quando dimensionando redes de transporte de dados por via rádio.
2. Quais os meios de comunicações rádio atualmente existentes ao dispor nos meios operacionais da Marinha (FFGH) que permitiriam a implementação de uma rede TCP/IP (excluem-se deste questionário as comunicações por satélite e os TDL)?
 - As redes TCP/IP poderão ser implementadas através de formas de onda prioritárias, como sejam o SECOM-V, SECOM-H ou OFDM, sendo possível veicular nativamente o protocolo IP. Existem alguns sistemas a bordo dos navios que poderão implementar rede TCP/IP, nomeadamente os PRC-525 e os equipamentos HF da Rohde&Schwarz da série 4000 que, para HF, são equivalentes aos PRC-525. Particularmente para o caso de HF, a arquitetura de referência da NATO define que deve ser usado um processador protocolar assente no STANAG 5066, o qual torna a transmissão de serviços baseados em IP viável e eficiente em canais de comunicação de largura de banda muito restringida (caso HF e V/UHF).
3. Os PRC-525 permitem, de acordo com as especificações técnicas do fabricante (EID, 2018) (EID, 2018) capacidade 2G e 3G. Os PRC 525 existentes na Marinha têm capacidade para providenciar uma rede de missão assente no protocolo IP conforme enunciado no web site da EID [...]?
 - Confirma-se que têm essa capacidade conforme enunciado no web site.
4. Esta rede seria interoperável com os requisitos OTAN? Sendo interoperáveis, existem constrangimentos a considerar? Quais (alcances, LB, etc.)?
 - Se a rede for baseada em pilhas protocolares (i.e., STANAG 5066) e sistemas de encriptação interoperáveis, sim. Os principais constrangimentos têm que ver com as características dos serviços que se pretendem veicular. Em meios de transmissão como sejam o HF, não é recomendável que sejam transportados “*over-the-air*” os protocolos



IP e TCP/UDP de forma nativa, dados os constrangimentos de largura de banda, perdas frequentes e elevado “*turnaround time*”. Tipicamente é necessário aplicar uma arquitetura em que os protocolos da internet (TCP/IP) são dissecados do canal de transmissão, sendo na prática veiculados os serviços (i.e., *MMHS*, *email*, *chat*, etc.) e não as redes onde estes serviços tipicamente operam em infraestrutura de elevada capacidade de transmissão de dados. Em comunicações táticas/estratégicas de banda muito estreita, tipicamente não se transportam redes (IP) mas sim serviços, devendo existir *Proxies* ou *Gatways* que façam ali a fronteira entre as redes de dados de elevado débito e estas.

5. Enquadrando-se apenas no conceito FMN, os PRC-525 seriam apenas úteis para efetuar C2 por forças terrestres ou anfíbias ou poderiam ser igualmente operados a bordo por unidades de uma força naval ou por navios em apoio a uma força anfíbia?
 - Poderiam ser igualmente operados a bordo das unidades navais ou integrados com os meios orgânicos já existentes a bordo das unidades navais.
6. É possível indicar quais serão as limitações que se prevê ocorrerem na situação de ligação por via PRC-525 para SP1 e SP2 (identificar limitações do ponto de vista da efetiva utilização dos serviços)?
 - SP1 e SP2: LB (até cerca de 9,6 kb/s em HF), elevada taxa de perdas e *turnaround time*. Ao nível de V/UHF a taxa de transmissão poderá aumentar até aos 72 kbit/s, sendo a taxa de perdas e *turnaround time* existentes, mas não tão gravosa quando comparados com HF.
7. Pode-se considerar esta como uma solução técnica para alguns cenários, ou teremos sempre que a considerar apenas como um complemento?
 - A natureza de alguns serviços (exemplo: VTC), pelos requisitos de largura de banda que impõem, exclui logo à partida este tipo de soluções. Pode ser considerada uma solução complementar em cenários em que existem comunicações satélite e uma solução quando estas não estão disponíveis, sendo que o leque de serviços a disponibilizar será reduzido. Exemplo: cenários *Satellite denied* (i.e.: *jamming* intencional) – os serviços IP tradicionais ficam indisponíveis, mas podemos, com esta solução alternativa, dispor de: fonia (claro/cifrada), mensagens militares (MMHS-T e ACP127), *email* e *chat*.



8. Os PRC-525 na sua versão atualmente existente na Marinha estão preparados para integrarem *all-IP network* (NGN), ou terão que sofrer atualizações / substituição?
 - Como referido em 2, suportam nativamente o protocolo IP, mas em modos de funcionamento não interoperáveis (não compatíveis com nenhum STANAG). Poderão ser adicionados componentes de processamento protocolar adicionais que garantam a interoperabilidade, não necessitando o rádio em si de qualquer modificação.
9. Comparando a solução de rede fornecida pelos PRC-525 (HF/VHF) com tecnologia LTE (VHF/UHF), estas poderiam/deveriam ser perspectivas como complementares?
 - Sim, a tecnologia LTE pode complementar as capacidades dos rádios táticos, possibilitando, geralmente, maior largura de banda e menor alcance. Tecnologias como o LTE possibilitam comunicações de banda larga, com mobilidade. Colocam-se também problemas de segurança da informação, nomeadamente quando os terminais móveis (i.e. telemóveis) não estão preparados para uma arquitetura em que a segurança é obtida através de uma máquina de cifra externa (*hardware*).
10. Poderiam estas tecnologias ser interoperáveis entre si e integrar uma só NGN (ou seja, existe capacidade para tal)? Uma solução deste género traria vantagens? Esta pergunta é feita com base (ou inspirando-se) no conceito da Figura 15.
 - Colocam-se mais uma vez questões de interoperabilidade, não havendo uma arquitetura e padrões definidos para utilização de tecnologia LTE entre nações.
11. Tem mais algum comentário que queira deixar?
 - Os grupos de trabalho da NATO que discutem o presente e futuro das comunicações estratégicas e táticas em HF têm vindo a trabalhar sobre arquiteturas de referência que visam o fornecimento de serviços de elevada complexidade através de meios não-SATCOM, justamente pela vulnerabilidade e fraca disponibilidade que o SATCOM apresenta em alguns cenários operacionais. Assim, faz todo o sentido que sejam estudadas e experimentadas soluções de comunicações versáteis, flexíveis e interoperáveis que constituam uma verdadeira alternativa aos meios de comunicações de banda larga entretanto massificados (SATCOM), mas com evidentes vulnerabilidades em alguns cenários operacionais.