INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA

2008/2009

TII

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

PARTILHA DE INFRA-ESTRUTURAS DE TRANSPORTE DE COMUNICAÇÕES DAS FORÇAS ARMADAS COM OUTROS MINISTÉRIOS

LUÍS MIGUEL CORREIA CARVALHO
CAP/ENGEL

INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

PARTILHA DE INFRA-ESTRUTURAS DE TRANSPORTE DE COMUNICAÇÕES DAS FORÇAS ARMADAS COM OUTROS MINISTÉRIOS

CAP/ENGEL Luís Miguel Correia Carvalho

Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA

Lisboa 2009

INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

PARTILHA DE INFRA-ESTRUTURAS DE TRANSPORTE DE COMUNICAÇÕES DAS FORÇAS ARMADAS COM OUTROS MINISTÉRIOS

CAP/ENGEL Luís Miguel Correia Carvalho

Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA

Orientador: TCor Vale de Lima

Lisboa 2009

Agradecimentos

O esforço pessoal realizado para a elaboração do presente trabalho, muito beneficiou do contributo do meu orientador, TCor Vale Lima, pelas discussões, sugestões e esclarecimentos relativamente à aplicação do método de estudo utilizado, pelo que lhe expresso o meu sincero agradecimento.

Do mesmo modo, agradeço a todos os oficiais e civis que tiveram toda a disponibilidade para a realização das entrevistas que permitiram estudar o tema.

Finalmente, mas não menos importante, agradeço à minha família por todo o apoio prestado.

Índice

Introdução 1

1. Enquadramento – Redes de Transporte de Comunicações 4

2. Evolução da rede de transporte de comunicações das Forças Armadas 6

3. Caracterização da rede das Forças Armadas e da rede do Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos 8

4. Viabilidade de uma rede de transporte de comunicações única 9

   a. Nível de Partilha 10

      (1) Factores Técnicos 10

      (2) Factores Administrativos 13

   b. Eficiência 14

   c. Eficácia 19

   d. Sistematização de resultados 20

Conclusões 21

Bibliografia 27

Índice de figuras

Figura 1 – Estratificação de camadas segundo o modelo OSI 5

Figura 2 – Relação das camadas do modelo OSI com as camadas do modelo TCP/IP 6

Figura B3 – Estrutura da rede das FFAA B-1

Figura B4 – Estrutura da rede do IPTM B-2

Figura B5– Estrutura da rede partilhada B-3

Índice de gráficos

Gráfico C1 – Tráfego da Rede da BA5 (23JAN09) C-2

Gráfico C2 – Tráfego da Rede da BA5 (24JAN09) C-3

Gráfico C3 – Tráfego da Rede da BA5 (25JAN09) C-3

Gráfico C4 - Tráfego da Rede da BA5 (26JAN09) C-4

Gráfico C5 - Tráfego da Rede da BA5 (27JAN09) C-4

Gráfico C6 - Tráfego da Rede da BA5 (28JAN09) C-5

Gráfico C7 - Tráfego da Rede da BA11 (22JAN09) C-5

Gráfico C8 - Tráfego da Rede da BA11 (23JAN09) C-6

Gráfico C9 - Tráfego da Rede da BA11 (24JAN09) C-6

Gráfico C10 - Tráfego da Rede da BA11 (25JAN09) C-7

Gráfico C11 - Tráfego da Rede da BA11 (26JAN09) C-7

Gráfico C12 - Tráfego da Rede da BA11 (27JAN09) C-8

Gráfico C13 - Tráfego da Rede da BA11 (28JAN09) C-8

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Recursos humanos afectos à exploração da rede das FFAA 17

Índice de Anexos

Anexo A – Corpo de conceitos A-1

Anexo B – Estrutura das Redes de Transmissão B-1

Anexo C - Caracterização do tráfego C-1

Anexo D – Entrevistas D-1

Anexo E – Protocolo Celebrado pela FAP e pelo IPTM E-1

Resumo

A Rede de Transporte de Comunicações Militares é um dos pilares essenciais da estrutura de Comando e Controlo das Forças Armadas, sendo imprescindível para a sua prontidão operacional.

Até à década de 80, cada ramo das Forças Armadas procedeu à construção da sua própria rede de transporte de comunicações. Nessa mesma década, o EMGFA (Estado Maior General das Forças Armadas) realizou um estudo em que identificava vantagens na adopção de uma rede única para as Forças Armadas, de modo a eliminar a redundância e a ineficiência que se verificava na utilização dos meios.

Apesar de, no plano teórico, se ter dado passos significativos com a produção de alguns documentos essenciais para a orientação de todo o processo de aquisição de equipamentos, identificam-se faltas na produção de documentação que regule a sustentação da rede.

Por outro lado, a construção da rede das Forças Armadas privilegiou a adaptação das estruturas existentes, sem que se tenha efectuado uma verdadeira reestruturação.

Recentemente, uma nova rede de transporte de Comunicações foi construída para responder às necessidades do Ministério da Economia Transportes e Comunicações.

Num contexto de restrições orçamentais da Administração Pública, procurou esta investigação identificar em que medida é viável partilhar as infra-estruturas de transporte de comunicações dos diferentes Ministérios, de modo a assegurar um serviço eficaz e mais eficiente.

Assim, concluiu-se que será viável, nos troços comuns, adoptar a partilha de infra-estruturas de comunicações que na sequência apresentada – Anexo A – inclui a estrutura base em que são instalados os módulos rádio. Nos troços cujo desenvolvimento não é geograficamente coincidente deverá adoptar-se uma solução de complementaridade, em que o transporte do tráfego prioritário de uma Instituição será assegurado pela rede da outra Instituição e vice-versa.

Abstract

The Military Radio Relay Communications Network is one of the essential pillars in the Command and Control Armed Forces structure, being essential for its operational readiness.

Until the 80s, each branch of Armed Forces had its own network. In that same decade, Armed Forces Headquarters conducted a study that identified advantages in the adoption of a single network for the Armed Forces, in order to eliminate redundancies and inefficiencies that existed in the use of the resources.

Although, in theory, many significant steps in the production of some key documents to guide the entire process of purchasing equipment were taken, faults have been identified in the production of documents regulating the support of the network.

Moreover, the construction of the Armed Forces network was focused on adaptation of existing structures, without an effective rebuild.

Recently, a new Radio Relay Communications Network was built to meet the needs of the Ministry of Transport.

In a context of government budgetary constraints, this research sought to identify if it is possible to expand the sharing of the communications transport infrastructure of the various ministries to ensure the efficacy and efficiency of the service.

Thus, it was found to be viable in common paths to adopt the sharing of communications infrastructure that are presented in Appendix A, including the base system in which the radio modules are installed. Sections, in which development is not spatially coincident, a solution of complementarity should be selected. By this way, the priority traffic of an institution will be carried by another institution's network and vice versa.

Palavras-chave

Rede de Transporte de Comunicações, Partilha, Racionalização, Eficiência, Eficácia, Qualidade, Instalação, Manutenção, Disponibilidade, Largura de Banda, Feixes Hertzianos, *Backbone*.

Lista de abreviaturas

AIS	– *Automatic Information System*
AWS	– Automatic Weather Station
BA5	– Base Aérea nº 5
BA11	– Base Aérea nº 11
CEMGFA	– Chefe do Estado-Maior General das Forças Armadas
DCSI	– Direcção de Comunicações e Sistemas de Informação
FAP	– Força Aérea Portuguesa
FFAA	– Forças Armadas
HF	– *High Frequency*
HRDP	– *Hypothetical Reference Digital Path*
IP	– *Internet Protocol*
IPTM	– Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos
LAN	– *Local Area Network*
LB	– Largura de Banda
LPM	– Lei de Programação Militar
MDN	– Ministério da Defesa Nacional
MOPTC	– Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações
MTBF	– *Mean Time Between Failures*
MTTR	– *Mean Time To Repair*
OSI	– *Open Systems Interconnection*
RDF	– *Radio Direction Finders*
SICCAP	– Sistema Integrado de Comando e Controlo Aéreo de Portugal
SICOM	– Sistema Integrado de Comunicações Militares
SIG	– Sistema Integrado de Gestão
TCP	– *Transmission Control Protocol*
TMN	– Telecomunicações Móveis Nacionais
UHF	– *Ultra High Frequency*
VHF	– *Very High Frequency*
VLAN	– *Virtual Local Area Network*
VTS	– *Vessel Traffic System*
WAN	– *Wide Area Network*

Introdução

As restrições orçamentais que, cada vez mais, são seguidas como política de eleição nos diferentes Ministérios do Estado Português, poderão impor uma racionalização dos meios consumidos na implementação e sustentação das suas redes de comunicações. No entanto, a redução de custos deverá ser criteriosamente efectuada, de modo a não comprometer a capacidade operacional das Forças Armadas (FFAA).

Desde 1958 que as FFAA seleccionaram alguns locais no território nacional para implementação das suas redes de comunicações. O critério adoptado para a escolha dos locais baseou-se essencialmente na altitude, pelo que em alguns casos foi necessário efectuar investimentos significativos. Desses investimentos destacam-se, por terem maior impacto orçamental, as estradas para acesso aos locais e as linhas de média e baixa tensão para fornecimento de energia.

Recentemente, em virtude da disponibilização de verbas para projectos de construção de redes de transporte de comunicações afectas a sistemas de vigilância, o Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos (IPTM) – Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações (MOPTC) – procurou os locais já utilizados pelas FFAA, por não ter alternativas a essa solução para colocação dos seus equipamentos.

Sendo que o Estado é a entidade financiadora de todos os projectos, quer os Militares, quer os dos restantes Ministérios, entende-se que num contexto de restrições orçamentais da Administração Pública será benéfico estabelecer, entre os possíveis promotores dos projectos, protocolos reguladores que operacionalizem a partilha das infra-estruturas de transporte de comunicações, instaladas ou a instalar.

Assim, este tema surge da necessidade de avaliar se é viável operacionalizar essa partilha ou se, pelo contrário, se deverá optar por utilizar infra-estruturas completamente independentes.

Nesta perspectiva, o tema em análise será relevante para as FFAA e para os Ministérios que, por força da sua actividade, tenham necessidade de construir redes de comunicações próprias. Do mesmo modo, estando a tratar-se de racionalização de custos, o Estado Português, em geral, beneficia do desenvolvimento do tema.

O âmbito do estudo será a avaliação da viabilidade de partilhar as infra-estruturas de transporte de comunicações (identificando a "profundidade" até onde deve ir essa partilha), tendo por base a experiência da partilha da rede das FFAA, e os factores técnicos e operacionais relativos à instalação e à sustentação das redes de transmissão.

Este estudo incidirá especificamente sobre a rede de comunicações do Ministério da Defesa Nacional (MDN) e a do MOPTC. O âmbito do estudo resume-se à rede de comunicações de Portugal Continental, uma vez que o transporte de comunicações das ilhas é efectuado recorrendo, essencialmente, aos operadores públicos, dada a dificuldade técnica em conseguir ligações, em feixes hertzianos, para estes locais, com qualidade aceitável.

No decorrer da investigação será considerada a partilha de infra-estruturas até à camada dois do modelo de referência Open Systems Interconnection (OSI). De facto, produzir um estudo mais ambicioso implicaria realizar estudos na área de interligação e segurança de redes que não são do âmbito do presente trabalho, mas poderão ser tema de investigação em trabalhos futuros.

As conclusões a retirar serão aplicáveis a todas as entidades da Administração Pública, cuja actividade implique terem disponível uma rede de transmissão própria.

O trabalho será desenvolvido segundo o método de investigação desenvolvido por Raymond Quivy e LucVan Campenhoudt. Assim, a pergunta de partida formulada é a seguinte: "**Em que medida os meios afectos às redes de transporte de comunicações dos diferentes Ministérios poderão ser partilhados, garantindo a eficiência e a eficácia do serviço**?"

Para responder a esta pergunta, consideraram-se as seguintes perguntas derivadas:

Q1 – Que solução de partilha é actualmente praticada no âmbito das FFAA?

Q2 – A adopção de uma rede única para as FFAA revelou-se uma solução mais eficiente?

Q3 – A partilha de infra-estruturas de transporte de comunicações pelos Ministérios do Estado permitirá obter um serviço eficaz?

A abordagem da problemática da partilha de redes de transporte de comunicações teve por base a construção de um modelo conceptual de análise, alicerçada nos seguintes conceitos: Eficiência – produção dos mesmos resultados utilizando o mínimo de recursos possível ou produção de melhores resultados utilizando os mesmos recursos; Eficácia – existe quando os resultados obtidos cumprem os objectivos fixados; Serviço de transporte de Comunicações – transporte de informação, digital ou analógica, entre dois locais geograficamente separados; Partilha – utilização de uma mesma infra-estrutura por mais que uma Instituição.

Os restantes conceitos, por não serem operacionalizados no presente trabalho, são apresentados em anexo (Anexo A) efectuando-se, ainda nesse anexo, uma descrição mais pormenorizada dos conceitos acima mencionados.

Após a definição da pergunta de partida e das derivadas, e enunciados que foram os conceitos a operacionalizar, surgem as **hipóteses** de trabalho, cuja validação será concretizada no desenvolvimento:

H1 – É viável partilhar as infra-estruturas afectas à rede de transmissão dos diferentes Ministérios, garantindo o serviço de transporte de comunicações.

H2 – A adopção de uma rede de transmissão única para as FFAA permite obter um serviço de transporte de comunicações mais eficiente.

H3 – A adopção de uma rede única para os Ministérios do Estado Português permite obter um serviço de transporte de comunicações eficaz.

Assim, no primeiro capítulo deste trabalho efectuar-se-á um enquadramento do tema, recorrendo ao modelo de referência universalmente adoptado para as redes de comunicações (modelo OSI).

Posteriormente, tendo por ponto de partida a rede da Força Aérea Portuguesa (FAP), descrever-se-á, sucintamente, o processo de evolução da rede das FFAA, destacando-se os passos mais significativos da sua reestruturação.

No capítulo três caracterizar-se-á a rede das FFAA e a do IPTM, apresentando-se os dados recolhidos nesta investigação.

No capítulo quatro proceder-se-á à análise dos dados e à verificação das hipóteses, elaborando-se a resposta à pergunta de partida e perguntas derivadas enunciadas.

No final serão apresentadas as principais conclusões a retirar da investigação, explicitando-se a resposta à pergunta de partida e as propostas de procedimentos ou medidas a adoptar neste âmbito.

1. Enquadramento – Redes de Transporte de Comunicações

"*Uma rede informática pode abranger uma pequena e única área geográfica sendo nesse caso designada por LAN, ou estar geograficamente dividida em partes, unidas por uma rede de transporte, sendo nessas circunstâncias designada por WAN. As redes que compõem uma WAN não deixam de ser LAN´s, ao nível local*" (Loureiro, 2003:1)

A informação transportada (sinais digitais ou analógicos), numa rede de transporte de comunicações, inclui trocas de conteúdos na *internet*, acesso remoto a aplicações informáticas, interligação de redes locais (LAN's), chamadas telefónicas, transporte de informação associada a sistemas de vigilância (radares, câmaras de filmar), transporte de áudio em comunicações VHF (*Very High Frequency*), UHF (*Ultra High Frequency*) e HF (*High Frequency*), sinais de controlo remoto desses rádios, sinais de televisão e outros.

Em Portugal, existe actualmente um número significativo de redes de transporte de comunicações, referindo-se aqui alguns exemplos: FFAA, Portugal Telecom, TMN (Telecomunicações Móveis Nacionais), Vodafone, Optimus, Rede Eléctrica Nacional, MOPTC, operadores de televisão e outros.

Nas redes de transporte de comunicações, os meios de transporte a utilizar poderão ser o cabo coaxial, par telefónico, fibra óptica e espaço livre (feixes hertzianos). Os dois primeiros são utilizados para débitos de transmissão mais baixos (da ordem de poucas unidades de Mbit/s), e mais curtas distâncias (menos de uma dezena de quilómetros). A fibra óptica permite débitos de transmissão incomparavelmente superiores a todos os outros, da ordem das dezenas de Gbit/s e distâncias da ordem de várias dezenas de quilómetros. O espaço livre viabiliza a utilização de sistemas de transmissão de débitos até cerca de sete vezes 155Mbit/s e distâncias até cerca de sessenta quilómetros. Pode assim concluir-se que o meio de transporte mais atractivo será a fibra óptica. Contudo, a sua instalação tem significativas desvantagens do ponto de vista dos custos envolvidos.

As unidades militares da FAP, e principalmente as estações radar, situam-se em locais que se revestem de características orográficas de acesso particularmente difícil, que inviabiliza o acesso a essas instalações por cabos de fibra óptica, a custos aceitáveis. Deste modo, quer devido aos custos associados quer devido aos débitos de transmissão normalmente utilizados nas unidades militares, os feixes hertzianos são a solução mais adequada a adoptar.

Assim, são as redes de transporte de comunicações, implementadas em feixes hertzianos, o objectivo do presente estudo. Para caracterizar o contributo dos diversos

elementos da rede na disponibilização do serviço de transporte de comunicações, adoptou-se, para referência, o Modelo OSI. Este modelo foi desenvolvido a partir dos finais dos anos setenta, no sentido de estabelecer um standard a aplicar às redes. *"O modelo surge devido a problemas de incompatibilidade entre sistemas proprietários, que tornavam difícil, ou mesmo impossível, fazer os equipamentos de fornecedores distintos comunicarem entre si"* (Loureiro, 2003:8). Assim, procedeu-se à estratificação da comunicação em sete níveis, conforme se ilustra na figura seguinte:

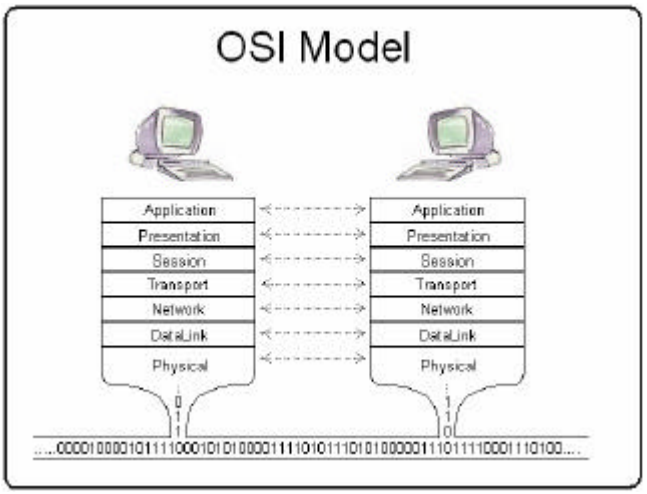

Figura 1 – Estratificação de camadas segundo o modelo OSI

De acordo com a figura apresentada, cada uma das camadas troca informação apenas com a camada equivalente da outra máquina. *"A camada de topo, designada por aplicação, representa o software a que recorrem as aplicações que pretendem comunicar através da rede. A camada inferior, designada por Física, representa o meio físico de transporte da informação"* (Loureiro, 2003:9).

"Embora o modelo OSI seja uma referência no mundo das redes, o facto é que se trata de um modelo bastante contestado" (Loureiro, 2003:38). Os especialistas na área defendem a adopção de um modelo simplificado – O TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) – que, embora seja similar ao modelo original, agrupa algumas camadas do modelo OSI numa só, como se pode verificar na figura 2.

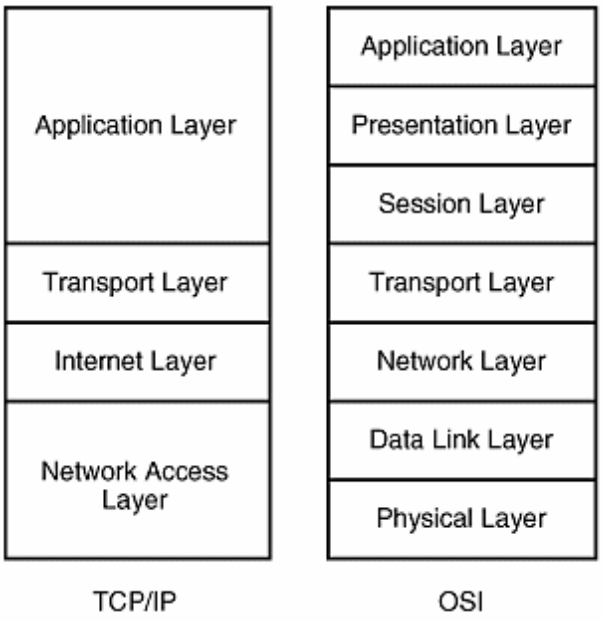

Figura 2 – Relação das camadas do modelo OSI com as camadas do modelo TCP/IP

Tendo como ponto de partida esta referência, pode afirmar-se que, actualmente, os equipamentos afectos às redes de transporte de comunicações têm funcionalidades que poderão incluir a camada *internet* (*Internet Layer*). Contudo, não é um dado adquirido que seja viável a partilha, entre os Ministérios do Estado Português, de todos os equipamentos e explorando todas essas funcionalidades. Assim, a preocupação do presente estudo será investigar quais os equipamentos que poderão ser partilhados, tendo por referência a estratificação mencionada, garantindo o serviço de transporte de comunicações.

2. Evolução da rede de transporte de comunicações das Forças Armadas

O serviço de transporte de comunicações na FAP começou por ser efectuado recorrendo ao operador público de comunicações (Portugal Telecom). No entanto, por motivos de privacidade e de segurança, a FAP construiu, em 1958, uma rede própria para transportar a informação do Sistema de Defesa Aérea que foi instalado nesse ano. A rede construída assentava em tecnologia analógica, uma vez que nesse período não existia outra tecnologia disponível.

Em 1968 introduziram-se melhoramentos na rede existente, tendo-se adquirido novos equipamentos para responder a algumas das necessidades identificadas. Posteriormente, na década de 1980, as exigências dos novos sistemas de informação levaram à introdução de novas alterações na rede. Neste período, as opções de feixes hertzianos disponíveis no mercado baseavam-se em tecnologia digital, o que permitiu obter

mais imunidade da rede a ruídos e interferências nas comunicações. Com as novas alterações, a FAP passava a ter os meios de transporte de comunicações que a tornaram independente relativamente aos operadores públicos, na perspectiva do estabelecimento de comunicações entre as suas unidades base.

Face ao crescente desenvolvimento das novas tecnologias, a Direcção de Electrotecnia (recentemente extinta) elaborou, em 1988, um plano director de comunicações que começou a ser implementado durante a década de 1990 e tinha por objectivo incrementar a capacidade de transporte de informação entre as unidades militares da FAP. Neste período, foi também substituído o Sistema de Defesa Aérea, agora designado Sistema Integrado de Comando e Controlo Aéreo de Portugal (SICCAP). Este projecto, para além da substituição dos radares de defesa, incluiu também a construção de uma rede de comunicações dedicada, para transporte de toda a informação. As exigências de disponibilidade do sistema de Defesa Aérea conduziram à adopção de percursos alternativos para as comunicações, tendo começado a desenhar-se uma rede em anel.

Paralelamente, neste mesmo período, o EMGFA elaborou um estudo em que recomendava que se avançasse para um sistema de comunicações fixo, comum, com integração de serviços, que servisse as necessidades dos ramos a nível nacional. Este estudo foi apreciado e validado em Conselho de Chefes de Estado-Maior, tendo sido elaborada a directiva n.º3/87 que formalizava essa decisão.

Com base neste documento foi elaborado o "Plano de Desenvolvimento do SICOM" aprovado em 1993, tendo, no ano seguinte, sido contratualizada a implementação do projecto que é financiado por verbas da Lei de Programação Militar (LPM). Deste modo, estavam dados os primeiros passos para a criação da rede de transmissão das FFAA.

O projecto Sistema Integrado de Comunicações Militares (SICOM) inclui as seguintes áreas: serviço de transporte de comunicações, serviços de voz, serviços de mensagens seguras e sistemas de segurança de redes. Neste trabalho interessa abordar apenas o serviço de transporte de comunicações.

Face à complexidade do projecto e uma vez que se pretendia responder às necessidades dos ramos, foram criados, em 1999, grupos de trabalho para a elaboração de dois planos: "o Plano de Acção da Topologia de Rede" e o "Plano de Acção para a Gestão Operação e Manutenção da Rede". No entanto, os grupos de trabalho deixaram de reunir em 2002 sem que tenha havido lugar a decisão para aprovação destes Planos em Conselho de Chefes de Estado-Maior. Deste modo, as acções subsequentes de implementação do

projecto deixaram de ter o devido acompanhamento dos ramos. No entanto, e apesar desta adversidade, a implementação do projecto tem progredido.

No decorrer do ano de 2005, a FAP foi contactada pelo IPTM, uma vez que este Instituto pretendia obter autorização para instalar equipamentos nas instalações da FAP.

Apesar de se terem contactado os representantes do projecto SICOM para que estes coordenassem a instalação de equipamentos solicitada, não houve receptividade do SICOM a esta iniciativa. Deste modo, avançou a FAP para a celebração de um protocolo com o referido Instituto, que se junta em anexo (Anexo E), e que tinha por objectivo regular as instalações a concretizar e definir as contrapartidas da FAP neste processo.

3. Caracterização da rede das Forças Armadas e da rede do Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos

A evolução da rede das FFAA não foi acompanhada da centralização das tarefas associadas à sua sustentação. Daqui resulta uma disseminação de responsabilidades de sustentação, pelo EMGFA e pelos ramos. Por este motivo, a rede é alvo de um aglomerado de acções, muitas vezes descoordenadas, por parte destas entidades.

Em consequência do protocolo celebrado entre o IPTM e a FAP, esta passou a beneficiar de um canal de transmissão de 155Mbit/s de largura de banda (LB), disponibilizado pelos equipamentos da rede do IPTM. Surge, assim, uma nova realidade, em que a rede das FFAA e a do IPTM têm equipamentos em comum (figura B5). Na verdade, esta solução resultou de sucessivas adaptações às pretensões da FAP, face às restrições orçamentais do IPTM que inviabilizaram mais contrapartidas.

A estrutura da rede de comunicações das FFAA concilia configurações em anel – três anéis (Norte, Centro e Sul) – e configurações em estrela, de modo a assegurar a interligação de todas as unidades militares do território nacional (figura B3).

Os referidos anéis materializam uma "Espinha Dorsal" – *Backbone* –, com uma LB variável ao longo do anel, de n*155Mbit/s, para onde convergem diversas ramificações de débitos mais baixos que materializam topologias em estrela. Estas ramificações são ligações ponto a ponto em que uma extremidade termina no *backbone* e a outra extremidade termina no local que origina o tráfego, estação radar ou unidade militar (LAN's).

O *Backbone* é a parte mais relevante da rede, quer do ponto de vista de custos de investimento, quer do ponto de vista do papel operacional que desempenha, sendo o

elemento da rede que pode ser partilhado face à sua distribuição geográfica. Relativamente às ramificações, regra geral servem apenas um utilizador.

No anexo B, apresenta-se a estrutura da rede das FFAA, da rede do IPTM, e da rede partilhada por ambas as entidades.

Da análise desse esquema conclui-se que a quase totalidade do *Backbone* da rede do IPTM coincide com o desenvolvimento da rede das FFAA. Contudo, e apesar das várias décadas de existência da rede das FFAA, não foi considerada a possibilidade do transporte da informação do sistema *Vessel Traffic System* (VTS) ser realizado conciliando sinergias. De facto, o IPTM apenas pretendia cedência de energia e terreno, uma vez que não tinha alternativa para obter estas facilidades em tempo de cumprir o contrato celebrado com o consórcio responsável pela instalação do sistema. Contudo, a solução adoptada traduz-se na partilha de equipamentos que inclui a camada 1 do modelo de referência OSI, muito embora não tenham sido regulados os procedimentos a adoptar para a execução das tarefas de manutenção dos equipamentos. Actualmente, não se fazem sentir dificuldades provenientes deste facto, uma vez que todas as intervenções são asseguradas pelo consórcio instalador no âmbito da garantia. Contudo, essa garantia expira em 2012 pelo que a essa altura os procedimentos deverão estar definidos sob pena de daqui surgirem ambiguidades semelhantes às que actualmente ocorrem no âmbito das FFAA.

O tráfego que é transportado, quer na rede do IPTM, quer na rede das FFAA, pode dividir-se em dois grandes grupos: tráfego de débito fixo (essencialmente sinais radar, canais de comunicações HF, VHF e UHF) e tráfego de débito variável (tráfego trocado entre as redes LAN's das unidades, acesso ao Sistema Integrado de Gestão (SIG), troca de informação entre centros de gestão da rede do IPTM, etc).

Nas FFAA, e com o incremento da utilização de sistemas com tecnologia IP (*Internet Protocol*), mais de 90% do tráfego gerado tem débito variável. Como veremos adiante, esta característica tem influência decisiva na eficiência do processo de partilha.

4. Viabilidade de uma rede de transporte de comunicações única

A problemática colocada, que se prende com a viabilidade da partilha de infra-estruturas de transporte de comunicações entre Ministérios, será abordada recorrendo à análise dos seguintes dados: características do tráfego dos ramos das FFAA e do IPTM, soluções técnicas comercialmente disponíveis para efectuar o transporte da informação; organização e dimensão das equipas de manutenção da rede, e meios materiais utilizados

para a concepção das redes de transmissão e para concretização das respectivas tarefas de manutenção.

Esta informação foi obtida recorrendo a registos históricos que se verificou serem muito escassos, a entrevistas efectuadas a militares e civis com experiência na área das redes de transmissão, e a diversos documentos de âmbito interno relativos às redes do IPTM e à rede das FFAA.

a. Nível de Partilha

A decisão relativa à adopção de uma rede única exige que se identifique em que medida é viável partilhar as infra-estruturas afectas à rede de transmissão.

Considerando o conjunto dos elementos necessários para a construção de uma rede de transmissão, pretende-se identificar quais poderão ser partilhados sem que daí resulte, em benefício da racionalização de meios, perda de qualidade do serviço prestado. Pois se por um lado é importante a eficiência, no contexto militar a eficácia tem um papel determinante.

Face às opiniões obtidas a partir das entrevistas realizadas, consideraram-se duas perspectivas de análise para avaliar a possibilidade de partilha, nomeadamente a que decorre de factores técnicos e a que decorre de factores administrativos.

(1) Factores Técnicos

Do ponto de vista técnico, os requisitos do serviço de transporte de comunicações (explicitados em Anexo A) serão a disponibilidade, qualidade e LB, os quais serão avaliados para cada uma das possibilidades de partilha a seguir equacionadas.

Relativamente ao terreno, linhas de transporte de energia, postos de transformação, edifícios, equipamentos de ar condicionado, geradores e torres, as opiniões obtidas nas entrevistas efectuadas são unânimes, não se identificando inconvenientes significativos num cenário de eventual partilha, pois esta, em qualquer destes elementos não terá influência negativa para o serviço.

Quanto aos sistemas de energia (rectificadores/alimentadores), o mercado disponibiliza equipamentos modulares, com características que permitem configurações “n+1”, isto é, instalação base “1+1” e futuro crescimento do sistema até “n” sistemas principais com um de reserva. Estatisticamente, não é significativa a redução da disponibilidade deste equipamento em resultado do

aumento de "n" até cerca de uma ou duas dezenas de módulos, uma vez que é muito baixa a probabilidade de avariarem dois módulos em simultâneo. Pode, pois, concluir-se que ter "n" igual a um ou "n" igual a dez tem, estatisticamente, o mesmo significado para a disponibilidade das ligações. Sendo este o único indicador afectado, dos três identificados no parágrafo anterior, infere-se que é viável partilhar estes equipamentos.

A evolução tecnológica dos sistemas de comunicações em feixes hertzianos permite que nos nossos dias as antenas, guias de onda e outros, possam ser partilhados por vários rádios. Cada rádio pode transportar uma LB máxima de 155Mbit/s, sendo que os rádios são constituídos por: moduladores, emissores, receptores e desmoduladores, conforme ilustrado em anexo (Anexo A).

Os fabricantes disponibilizam sistemas modulares que permitem incrementar, em média até 7x155Mbit/s (sem necessidade de espaço adicional), a LB de uma rede de transmissão. Em função da quantidade de tráfego gerada por cada utilizador, a LB de 155Mbit/s poderá ser partilhada por mais que um utilizador ou poderá considerar-se a totalidade desse débito para cada utilizador tendo-se, neste caso, um limite de sete utilizadores para a rede.

A garantia do cumprimento das normas relativamente à disponibilidade, numa configuração "1+0", "1+1", ou "7+1", é obtida exactamente da mesma forma. De facto, conforme ilustrado em Anexo A, para o Hypothetical Reference Digital Path (HRDP), a disponibilidade de uma rede é obtida a partir do Mean Time Between Failures (MTBF) dos equipamentos e do Mean Time To Repair (MTTR), para a reposição das anomalias em caso de falha. Deste modo, os equipamentos a adquirir deverão ser seleccionados garantindo que o MTBF permite obter, para uma configuração máxima de "7+1" e considerando as associações série e paralelo necessárias, a conformidade com as normas.

Tendo em conta as exigências do HRDP (2500km) e considerando a dimensão de Portugal Continental, as associações série que poderão ser efectuadas estarão sempre em situação favorável relativamente às disposições da norma. No entanto, de acordo com Carlos Salema, existe ainda a possibilidade de melhorar a disponibilidade a partir da redução do MTTR, o que poderá ser obtido recorrendo a equipas técnicas permanentemente disponíveis e adquirindo um lote de sobressalentes adequado às necessidades (Salema, 2000:367).

Do ponto de vista da qualidade das ligações, o facto de se transmitirem mais canais rádio não afecta directamente a qualidade. Esta depende das condições de propagação, das perdas e dos ganhos da ligação. Contudo, estes factores afectam todos os canais da mesma forma e têm um efeito muito semelhante quer se tenha um canal, três canais ou sete canais. Na prática, o sistema repete "n" vezes a transmissão da LB de 155Mbit/s. Cada um destes canais tem as mesmas condições de transmissão que não são significativamente prejudicadas pelo facto de se estar a transmitir mais canais.

Assim, pode concluir-se que tecnicamente é viável partilhar a estrutura base em que são instalados os módulos rádio, ou mesmo partilhar o próprio rádio, dependendo esta decisão do volume de tráfego que será transportado por cada ligação.

A selecção de uma das opções anteriores condiciona a solução para o passo seguinte de partilha dos equipamentos de multiplexagem. De facto, optando por partilhar um mesmo canal de 155Mbit/s é incontornável considerar a partilha do *multiplexer*, mas optando por utilizar canais separados, não é imperativo partilhar esse elemento.

Na prática, o custo relativo dos sistemas de multiplexagem para os débitos de 155Mbit/s são pouco significativos, e embora dependam da configuração, vulgarmente ascendem a cerca de 3% do custo da ligação.

Considerando as características do tráfego da informação do IPTM, e das FFAA, Anexo C, pode concluir-se que poderá ter vantagem considerar equipamentos de multiplexagem separados. Pois os canais dedicados (tráfego de débito fixo) dos serviços do IPTM exigem que seja utilizada praticamente a totalidade dos 155Mbit/s disponíveis num canal. Por outro lado, se relativamente aos rádios é necessário apenas monitorizar o seu desempenho, para os sistemas de multiplexagem é por vezes necessário efectuar alterações de configuração. Estas acções exigem o conhecimento detalhado da rede e exigem que se tenha uma noção precisa das prioridades do tráfego, pelo que será aconselhável manter alguma independência nestas acções.

Finalmente, interessa abordar os sistemas de gestão de todos os equipamentos instalados. Sendo estes instalados apenas no centro de gestão, não fará sentido equacionar a sua partilha a menos que se considerasse a

disponibilização do serviço de um Ministério para os outros. Nestas circunstâncias, um dos Ministérios apenas estabeleceria requisitos do serviço de transporte de comunicações que pretendia, sem que tivesse qualquer técnico dos seus quadros a intervir na rede, o que não é o caso no cenário em análise, uma vez que, cada um dos intervenientes no processo de partilha tem as suas equipas de manutenção constituídas, prevendo-se a continuidade da sua actuação.

Contudo, seria viável considerar a opção por dois centros de manutenção que seriam redundantes entre si, sendo que um seria operado pelas FFAA e o outro pelo IPTM. De facto, actualmente essa redundância já existe mas concretiza-se em dois centros do IPTM (Paço de Arcos e Ferragudo) e quatro centros das FFAA (EMGFA e ramos).

(2) Factores Administrativos

Se relativamente aos aspectos técnicos a avaliação a efectuar pode ser objectiva, no plano administrativo essa avaliação caracteriza-se por alguma subjectividade.

As entidades entrevistadas, muito embora não tenham apresentado objectivamente argumentos de oposição, enumeram a burocracia associada à tomada de decisão como elemento condicionante do sucesso da partilha.

No actual processo de partilha, praticado com o IPTM, têm-se verificado sérias dificuldades de coordenação da instalação de equipamentos adicionais aos inicialmente previstos no protocolo. Os argumentos que inviabilizam essa instalação prendem-se com compromissos assumidos pelo IPTM junto do consórcio instalador. A validade da garantia, de cerca de cinco anos para todos os equipamentos e infra-estruturas, tem impedido a concretização de instalações já anteriormente acordadas entre a FAP e o IPTM.

Apesar de subjectivos, os factores administrativos condicionam decisivamente a viabilidade do processo de partilha. Nesta perspectiva, a solução técnica apontada – partilha da estrutura base em que são instalados os módulos rádio – permite assegurar a racionalização de meios e, em simultâneo, garantir independência relativamente às configurações dos equipamentos de multiplexagem. Esta solução, de algum modo, minimiza as dificuldades associadas à tomada de decisão mencionadas.

De facto, a adopção de uma rede única é uma decisão que poderá confrontar-se com preferências dos decisores, sem que haja qualquer benefício para a disponibilidade, qualidade ou eficiência do serviço.

Deste modo, será conveniente envolver todos os intervenientes, a fim de contornar determinadas sensibilidades, e responsabilizar cada uma das partes, para minimizar as possibilidades de insucesso na implementação da solução.

Face ao exposto, importa verificar a seguinte hipótese: "É viável partilhar as infra-estruturas afectas à rede de transmissão dos diferentes ministérios, garantindo o serviço de transporte de comunicações".

De acordo com a opinião dos entrevistados, e tendo por base a sequência de elementos necessários para a construção da rede, apresentada no Anexo A, será viável considerar a partilha de infra-estruturas de comunicações até ao equipamento em que são instalados os módulos rádio, sempre que as redes tenham troços geograficamente coincidentes. Quando esta coincidência não se verifica, deverá apenas considerar-se uma perspectiva de complementaridade, em que a rede das FFAA assegurará o transporte da informação da rede do IPTM ou vice-versa, temporariamente, em caso de anomalia numa das redes. Assim, a hipótese formulada é comprovada.

Efectivamente, no plano técnico a solução poderia ser mais ambiciosa. Contudo, essa solução não poderá ser adoptada, sem que os actores que decidem sobre estas matérias tenham garantias da sua eficácia. Assim, o ponto de partida deverá ser menos abrangente, trabalhando-se no sentido de, futuramente, gerar confiança mútua entre os vários actores envolvidos em todo o processo.

b. Eficiência

Decorre da definição apresentada para o conceito de eficiência, a necessidade de efectuar uma avaliação comparativa dos recursos utilizados (quer na instalação quer na manutenção) e dos resultados obtidos. Assim, recorrendo-se aos indicadores identificados em anexo, Anexo A, relativos aos conceitos de eficiência e de serviço de transporte de comunicações, considerou-se:

Como indicador dos recursos utilizados na instalação: a configuração dos equipamentos e a duplicação de elementos da rede;

Como indicador dos recursos utilizados na manutenção: o número de técnicos responsáveis pela manutenção da rede e os meios que lhes estão atribuídos (viaturas e equipamentos de teste);

Como indicador dos resultados obtidos: a avaliação da LB, da disponibilidade e da qualidade do serviço de transporte de comunicações e ainda das competências dos técnicos responsáveis pela manutenção.

Uma vez que não existe registo histórico relativo aos indicadores do serviço, procedeu-se à observação da realidade, por um período de cerca de uma semana, Anexo C, para verificação das hipóteses e complementou-se essa informação com a realização de entrevistas às entidades com responsabilidade directa na área das redes de transmissão.

Considerando o modelo OSI apresentado, verifica-se que o nível de partilha adoptado na rede de transmissão das FFAA, inclui os *multiplexers*. Estes equipamentos disponibilizam funcionalidades que permitem separar o tráfego, de débito variável, em VLAN's, as quais terão uma LB que poderá ser gerida automaticamente pelo equipamento de modo a ajustá-la da forma mais eficiente, em cada instante, às necessidades de cada utilizador.

Estes equipamentos permitem também reservar uma LB mínima para o tráfego de débito variável de cada utilizador, de modo a garantir os seus serviços prioritários. O restante tráfego, por não ser prioritário, e que normalmente dá origem aos picos dos gráficos (Anexo C), partilhará a LB sobrante. Uma vez que esses picos são estatisticamente independentes eles, regra geral, não ocorrerão em simultâneo pelo que, com a implementação desta funcionalidade, a LB total poderá ser utilizada por qualquer dos ramos sempre que os restantes não a utilizem. Contudo, esta optimização não é conseguida, uma vez que os equipamentos não estão configurados para efectuar uma gestão dinâmica da LB, muito embora mais de 90% do tráfego dos ramos das FFAA tenha um débito variável.

Nas recentes aquisições de equipamentos das FFAA, adoptou-se uma configuração que prevê o crescimento da rede até um máximo de "7+1". A opção por sistemas que permitem um crescimento futuro adicional é vantajosa, afirmando-se como uma solução eficiente quando se optar por adquirir módulos rádio adicionais, na medida em que esta opção permite duplicar a LB do serviço com um acréscimo do custo de instalação de apenas 20% (conforme mencionado em Anexo A), em vez do

acréscimo de custo de 100% (duplicação de todos os equipamentos) que outras alternativas implicariam. Nesta perspectiva deve destacar-se a eficiência da solução adoptada.

Relativamente aos sites de comunicações, constata-se que a solução adoptada pelo SICOM consistiu na instalação de equipamentos quase na totalidade dos locais anteriormente utilizados pelos ramos. Resulta daqui que nas localidades de Arrábida, Montejunto, Lousã e S. Mamede (figura B3), existe duplicação das infra-estruturas de comunicações, o que significa que não existe uma racionalização dos meios. Apesar de o argumento que justificou a sua não desactivação ter sido a redundância, a verdade é que as vulnerabilidades das infra-estruturas co-localizadas (nestas situações estão separadas de cerca de 40m) são exactamente as mesmas, pelo que se considera não existir vantagem significativa, desta solução, em termos de sobrevivência da rede.

De acordo com as opiniões recolhidas, seria útil reestruturar toda a rede em função dos resultados de um levantamento prévio para definição das reais necessidades. Este trabalho começou por ser efectuado em 2002 e reflecte-se, de alguma forma, no "Plano de acção para a topologia de rede" mas, por falta de consenso entre os ramos, que hesitam em abdicar da sua autonomia, não foi concluído.

Do mesmo modo, existem quatro centros de manutenção (um em cada ramo e um no EMGFA). Das entrevistas efectuadas, conclui-se que estes centros poderiam ser substituídos por apenas dois centros, que seriam redundantes, nos quais seria vantajoso ter um operador a monitorizar permanentemente o estado da rede de modo a tomar, com sentido de oportunidade, as medidas adequadas, em caso de anomalias. Pois, na prática, verifica-se que apesar de existirem quatro centros de manutenção, os direitos de "Administrador" para intervenção nos elementos da rede são do EMGFA. Assim, os técnicos que os ramos mantêm a trabalhar nestes sistemas muito pouco podem fazer, a menos que tenham uma autorização específica, que por vezes é concedida temporariamente pelos técnicos do EMGFA.

De facto, a disponibilidade e qualidade que se espera dos sistemas de transporte de comunicações recomendam a prontidão H24 de uma equipa de manutenção. Contudo, não existe, para a rede das FFAA, um plano de procedimentos a adoptar para a coordenação da resolução de anomalias inopinadas que ocorram durante os fins-de-semana ou após as 17:00.

De destacar, também, que as avarias são identificadas pelos próprios utilizadores que quando se vêem privados do serviço contactam os oficiais de dia dos centros de manutenção dos ramos, a partir de onde se procura contactar, para o seu domicílio, os militares do EMGFA. Em muitas situações, apesar de os ramos terem a sua equipa disponível, a indisponibilidade dos técnicos do EMGFA, ou de outro ramo, inviabiliza a intervenção. Naturalmente que esta metodologia afecta mais uma vez de forma negativa a disponibilidade da rede.

Pelos motivos apresentados, as considerações de projecto relativas ao MTTR, são excedidas, obtendo-se valores de disponibilidade anual inferiores ao exigido pelas normas. Muito embora não existam registos das intervenções efectuadas na rede, estima-se que nos últimos doze meses tenham ocorrido cerca de cinco anomalias, sendo que cada uma implicou falhas de comunicações para pelo menos três unidades militares. Uma vez que o tempo necessário para corrigir as anomalias foi em média de cerca de 24 horas, conclui-se que o MTTR é cerca de quatro vezes superior ao previsto em projecto pelo que se tem um decréscimo de disponibilidade significativo.

Apesar de não existir uma dedicação exclusiva das equipas de manutenção aos sistemas afectos à rede de transmissão, indica-se na tabela 1 o número de militares que têm recebido formação específica nesta área.

Tabela 1 - Recursos humanos afectos à exploração da rede das FFAA

EMGFA		Força Aérea		Marinha		Exército	
Oficiais	Sargentos	Oficiais	Sargentos	Oficiais	Sargentos	Oficiais	Sargentos
2	3	1	3	1	2	1	3

A centralização das tarefas de operação e manutenção, e a consequente junção dos recursos humanos, num comando único, facultaria mais experiência aos técnicos, o que facilitaria a aprendizagem e a sua especialização. Estes factores teriam expressão na melhoria da qualidade da sua actuação e na redução da dependência das FFAA relativamente às firmas regularmente contratadas para colaborar nas tarefas de manutenção.

Existem, pelo menos, três contratos de manutenção, preventiva e correctiva, com as firmas fornecedoras dos equipamentos. O EMGFA, entidade responsável pela celebração desses contratos, não disponibiliza cópia dos mesmos. Muito embora estes tenham por objectivo garantir a disponibilidade da rede que serve as unidades base da

FAP, o seu âmbito é totalmente desconhecido neste ramo das FFAA. Naturalmente que também decorre deste facto significativa ineficiência, que se prende com a inevitável descoordenação da actuação destas firmas e dos técnicos dos ramos, dado que estes desconhecem o âmbito das responsabilidades das firmas.

Muito embora os sistemas sejam especificados com critérios de disponibilidade bastante exigentes, na posterior fase de exploração não são seguidos os passos essenciais para assegurar a concretização dessa exigência. A falta de directivas que eliminem ambiguidades e atribuam responsabilidades claras a cada um dos intervenientes no processo de sustentação dos sistemas, justifica uma boa parte das vulnerabilidades desse processo. Os técnicos dos ramos actuam muitas vezes isoladamente, sendo inclusive privados de actuar, por dependerem da disponibilidade dos técnicos do EMGFA. Do mesmo modo, todos os técnicos trabalham no horário normal de serviço quando é unânime que seria muito útil uma actuação integrada para a sustentação H24 da rede. Essa seria viável, com os meios existentes, centralizando num comando único as equipas de operação e manutenção.

O mesmo se passa relativamente às viaturas e equipamentos de teste atribuídos a cada uma destas equipas de técnicos, uma vez que cada equipa tem os seus próprios meios. Se por um lado as viaturas são partilhadas por as restantes áreas de actuação dos centros de manutenção, já os equipamentos de teste são efectivamente replicados nos vários ramos.

Assim, relativamente aos recursos utilizados, pode concluir-se que não se pratica uma gestão eficiente na medida em que cada ramo tem os seus próprios meios sem que exista qualquer integração da sua actividade, apesar de o âmbito da sua intervenção ser a mesma rede.

O resultado do estudo realizado pelo EMGFA, na década de 1980, identificava apenas vantagens na criação de uma infra-estrutura comum. Contudo, na prática, o "Plano de Desenvolvimento do SICOM" resultou apenas numa centralização das verbas para aquisição de equipamentos de transmissão no EMGFA. Relativamente ao desenvolvimento da estrutura orgânica que garanta a sustentação da infra-estrutura partilhada, muito pouco foi feito.

A opção por uma rede partilhada tem por objectivo principal a racionalização de meios, neste sentido, deve considerar-se a seguinte hipótese: A adopção de uma rede de

transmissão única para as FFAA permite obter um serviço de transporte de comunicações mais eficiente.

De acordo com os dados coligidos, deve destacar-se a ineficiência da utilização dos meios humanos e materiais afectos à sustentação da rede das FFAA. Relativamente à solução técnica adoptada para os rádios adquiridos verifica-se que esta é eficiente. O mesmo se passa com a partilha de cerca de trinta locais com equipamentos de comunicações em que todas as infra-estruturas são partilhadas. Assim, esta hipótese é comprovada, mas com destaque para o facto de que a eficiência da rede poderia ser consideravelmente melhorada com a adopção das medidas mencionadas.

c. Eficácia

A experiência já adquirida com a partilha de infra-estruturas, no âmbito das FFAA, permite retirar ensinamentos relativos à eficiência, que deverão ser aplicados num eventual cenário de partilha entre Ministérios.

Pretende-se agora efectuar uma análise relativamente ao conceito de eficácia, que terá por base o estudo da realidade do MDN e do MOPTC.

De acordo com as opiniões recolhidas, no âmbito das FFAA resultará eficácia da centralização da manutenção, uma vez que esta opção confere mais experiência aos técnicos. A ocorrência de um maior número de solicitações para intervenção na rede permitirá manter a actualização de conhecimentos, a aprendizagem e a especialização dos técnicos. Por este motivo, essas solicitações traduzem-se na melhoria da qualidade da sua actuação e na redução da dependência de firmas contratadas no auxílio à execução das tarefas de manutenção.

Como vimos, pela verificação da hipótese um, é viável partilhar, entre organismos dos diferentes Ministérios do Estado, os elementos afectos à rede de transmissão, que implementem funcionalidades até à camada um do modelo OSI (onde se inclui a estrutura base em que são instalados os módulos rádio).

A partilha de infra-estruturas de comunicações entre Ministérios corresponde a uma alteração dos objectivos, característica do conceito de eficácia. Concretamente, a LB que se pretende obter (para as FFAA e para o MOPTC) será agora superior, com um acréscimo de 100% relativamente ao objectivo definido para a partilha efectuada no âmbito das FFAA, pois que o IPTM utiliza também um canal rádio na totalidade (155Mbit/s) – AnexoC.

Relativamente aos valores de disponibilidade e qualidade, importa analisar a rede do IPTM. Verifica-se que esta não está implementada com base numa configuração em anel (figura B4), pelo que emerge daqui uma significativa vulnerabilidade que se prende com a disponibilidade e por consequência com a qualidade. Muito embora estas estejam de acordo com as prescrições da norma, poderiam ser significativamente melhoradas (melhores resultados), na medida em que no processo de partilha descrito será possível configurar as redes de modo a que os serviços prioritários, da rede do IPTM, sejam assegurados a partir do encaminhamento alternativo garantido pelas actuais infra-estruturas da rede das FFAA. Esta solução seria adoptada, temporariamente, sempre que a rede do IPTM fosse interrompida, essencialmente por destruição das infra-estruturas em virtude de qualquer calamidade. O inverso também será de considerar, apesar de a rede do IPTM não ter configuração em anel, poderá oferecer redundância para os serviços prioritários das FFAA (sendo inclusive de considerar a possibilidade de recorrer ao canal de protecção das ligações).

Assim, relativamente aos resultados, temos os três indicadores validados, identificando-se um incremento dos objectivos (LB) cujo cumprimento será assegurado, nos troços comuns (onde se materializará a partilha), pela aquisição de módulos rádio adicionais, o que significa um incremento de custo de cerca de 20% do custo da ligação, conforme se ilustrou na análise da hipótese dois. Fica assim garantida a conformidade dos resultados com os objectivos definidos (LB de 2*155Mbit/s) verificando-se ainda um incremento dos resultados relativos à disponibilidade.

Deve ainda destacar-se que só a partilha viabiliza a criação de novas redes dada a escassez de locais que reúnam as características exigidas, isto é, atingir objectivos mais ambiciosos de criação de novas redes para assegurar o transporte da informação das instituições que no futuro identifiquem essa necessidade, só será inviável recorrendo à partilha.

Importa assim verificar a validade da seguinte hipótese: a adopção de uma rede única para os Ministérios do Estado Português permite obter um serviço de transporte de comunicações eficaz.

Face ao exposto, é comprovada a hipótese enunciada.

d. Sistematização de resultados

Face à análise efectuada, importa agora elaborar a respostas às questões derivadas inicialmente colocadas:

Q1 – Que solução de partilha é actualmente praticada no âmbito das FFAA?

Nas FFAA a partilha adoptada inclui os *multiplexers* contudo, estão implementadas, quase exclusivamente, funcionalidades características da camada um do modelo OSI;

Q2 – A adopção de uma rede única para as FFAA revelou-se uma solução mais eficiente?

De facto a rede das FFAA traduz-se numa solução mais eficiente do que a alternativa de considerar uma rede para cada ramo. Contudo, foram identificadas algumas lacunas que caso sejam corrigidas se traduzirão num incremento muito significativo dessa eficiência;

Q3 – A partilha de infra-estruturas de transporte de comunicações pelos Ministérios do Estado permitirá obter um serviço eficaz?

Neste âmbito, os objectivos serão alterados, nomeadamente a necessidade de duplicação da LB disponível, e como vimos será possível atingir esses objectivos.

Deste modo, como resposta à pergunta de partida que orientou toda esta investigação, verifica-se que será viável, nos troços comuns, adoptar a partilha de infra-estruturas de comunicações que na sequência apresentada no Anexo A, inclui o sistema base em que são instalados os módulos rádio. Nos troços cujo desenvolvimento não é geograficamente coincidente, deverá adoptar-se uma solução de complementaridade em que, quando necessário, o transporte do tráfego prioritário de uma Instituição será assegurado pela rede da outra Instituição e vice-versa.

Conclusões

O presente trabalho permitiu avaliar a viabilidade de partilha das infra-estruturas de transporte de comunicações entre Ministérios do Estado, tendo-se adoptado como elemento orientador do estudo a seguinte pergunta de partida: "Em que medida os meios afectos às redes de transporte de comunicações dos diferentes Ministérios poderão ser partilhados, garantindo a eficiência e a eficácia do serviço?".

O percurso adoptado incluiu uma fase inicial exploratória que permitiu:

- Efectuar um enquadramento das redes de transporte de comunicações de acordo com os modelos de referência OSI e TCP/IP. Verificou-se que os equipamentos de transmissão, actualmente disponíveis no mercado, incluem

funcionalidades, respectivamente, da camada três e dois desses modelos. A capacidade de Comando e Controlo das FFAA tem por pilar base as redes de comunicações (HF, VHF e UHF), redes locais (LAN's), rede telefónica, rede de sensores radar e outras, sendo que o transporte de toda essa informação, entre locais geograficamente separados, é assegurado pelas redes de transporte de comunicações;

- Apresentar uma breve descrição da evolução histórica das redes de transmissão nas FFAA. Verificou-se que as redes dos ramos foram agregadas, com base na directiva n.º3/87 do CEMGFA. Esta directiva procurava racionalizar os recursos aplicados na construção e manutenção das redes de transmissão, determinando a sua substituição por uma rede única com integração de serviços (rede das FFAA). Para o efeito foi criado o projecto SICOM, coordenado pelo EMGFA, tendo sido transferidos, dos ramos para o EMGFA, recursos humanos com conhecimentos nas áreas relacionadas com as telecomunicações.

  Recentemente (2005) o IPTM, face às dificuldades de viabilizar a construção da sua rede de transmissão, devido à escassez de locais que reunissem características para construir essa rede, acedeu à celebração de um protocolo com a FAP no sentido de viabilizar o seu projecto. Do processo de contrapartidas acordado, resultou a partilha de infra-estruturas afectas às redes de transmissão destas instituições, sem contudo se regularem os procedimentos para assegurar a sua manutenção.

- Caracterizar a situação actual da rede das FFAA e da rede do IPTM. A primeira tem uma distribuição geográfica nacional e está construída com base numa configuração em anel (três anéis). Complementados por ramificações em estrela que permitem interligar as redes das unidades militares. A segunda, consiste numa "corda" com várias ramificações e distribui-se de Norte a Sul do território Nacional. O tráfego transportado na rede das FFAA (cerca de 90%) caracteriza-se essencialmente por ter débito variável. Quanto ao tráfego do IPTM é essencialmente tráfego de débito fixo agregado em tributários de 2Mbit/s.

Com base na informação obtida, na fase exploratória, elaborou-se um modelo conceptual de análise que permitiu criar um corpo de conceitos e enunciar três hipóteses:

H1 – É viável partilhar as infra-estruturas afectas à rede de transmissão dos diferentes Ministérios, garantindo o serviço de transporte de comunicações;

H2 – A adopção de uma rede de transmissão única para as FFAA permite obter um serviço de transporte de comunicações mais eficiente;

H3 – A adopção de uma rede única para os Ministérios do Estado Português permite obter um serviço de transporte de comunicações eficaz.

A fase seguinte consistiu na recolha de dados, tendo-se recorrido a entrevistas aos responsáveis pelas redes, nos diferentes organismos, uma vez que os registos históricos disponíveis são escassos, e à observação da realidade particular do tráfego de débito variável das unidades base da FAP consideradas mais representativas para este efeito. Estes dados foram utilizados para verificação das hipóteses, tendo-se identificado alguns problemas, concretamente:

- O facto de a partilha da rede de transmissão dos ramos ser realizada até aos *multiplexers*, mas as funcionalidades exploradas terem por limite a camada um do modelo de referência OSI (canais organizados em tributários de 2Mbit/s). Como vimos, decorre deste facto uma significativa ineficiência, pois face às características do tráfego dos ramos, seria recomendável implementar uma gestão dinâmica da LB, que corresponde, pelo menos, à camada dois desse modelo.
- A adaptação das redes dos ramos à nova realidade de uma rede única, sem que se tenha procedido a uma "reforma" estrutural. Esta medida resultou na replicação de instalações que, adicionalmente à ineficiência, acrescenta também vulnerabilidade à rede, sendo ambas indesejáveis.
- A criação de um centro de gestão no EMGFA mantendo-se em actividade os centros de gestão dos ramos. Decorre deste facto a ineficiência da gestão dos recursos humanos e materiais afectos à manutenção da rede. Por outro lado, o envolvimento de mais meios do que os que são efectivamente necessários, e a diversidade de autonomias, promovem descoordenação entre os actores intervenientes no processo de sustentação da rede, criando dependências na sua actuação, que inviabilizam o sucesso das acções.
- Os tempos de MTTR significativamente superiores ao previsto em projecto, fundamentalmente devido às dependências já mencionadas e à ausência de

equipas de operadores e técnicos de manutenção que operem durante 24 horas.

- O facto de o EMGFA celebrar contratos de manutenção com as firmas fornecedoras dos equipamentos, sem que estes sejam previamente submetidos à apreciação dos responsáveis dos ramos. Assim como a indisponibilidade para, posteriormente à sua assinatura, facultar esses mesmos contratos para tomada de conhecimento.
- A ausência de protocolos reguladores das tarefas de manutenção dos equipamentos partilhados pela FAP e pelo IPTM, prevendo-se que a curto prazo resultarão deste facto problemas de coordenação dessas tarefas.
- A ausência de diálogo, na fase de projecto de novas redes de transmissão, entre os promotores dessas redes e os organismos do Estado que já têm as suas redes em funcionamento.

Com base nas hipóteses enunciadas, e no âmbito da pergunta de partida, foi possível concluir que o nível de partilha adequado será até à camada um do modelo de referência OSI que será materializada da seguinte forma: nos troços comuns, será viável adoptar a partilha de infra-estruturas de comunicações até à estrutura base em que são instalados os módulos rádio; nos troços cujo desenvolvimento é geograficamente diferenciado, deverá adoptar-se uma solução de complementaridade em que o transporte do tráfego prioritário de uma Instituição será assegurado, temporariamente e quando necessário, pela rede da outra Instituição e vice-versa, de modo a incrementar a disponibilidade das redes.

Conclui-se também que a partilha de infra-estruturas de comunicações nas FFAA é uma solução mais eficiente do que a adopção de redes independentes para cada ramo. Contudo, deve destacar-se que poderão ser introduzidas alterações que contribuirão para incrementar essa mesma eficiência. Dessas alterações destaca-se: uma reestruturação e reconfiguração dos elementos da rede; reforço da estrutura orgânica, com comando único, que assegure a operação e manutenção da rede H24 e a disponibilização, pelo EMGFA, de um serviço de transporte de comunicações com qualidade, de modo a gerar nos ramos a confiança suficiente nessa estrutura orgânica, a fim destes abdicarem naturalmente dos seus centros de gestão e equipas de manutenção.

Finalmente, concluiu-se que a solução de partilha encerra também um conceito de eficácia, na medida em que a ausência de partilha inviabiliza a criação de novas redes,

dada a escassez de instalações que reúnam as características exigidas para a sua implementação. Significa que só a partilha permitirá atingir os objectivos de criação de redes de instituições que, no futuro, identifiquem essa necessidade.

Face ao exposto, e tendo por objectivo adoptar medidas que no futuro permitam beneficiar dos contributos desta investigação, recomenda-se:

1. **Ao EMGFA**:
   - a coordenação, com os responsáveis dos ramos pela área de transmissão, do conteúdo dos contratos de manutenção a celebrar com as firmas, e a sua posterior divulgação para conhecimento nos ramos;
   - a adopção de soluções técnicas de configuração da rede que se adeqúem às características do tráfego das FFAA, nomeadamente a gestão dinâmica da LB disponível;
   - a elaboração de directivas, que regulem a actuação de cada um dos actores com responsabilidades na área de manutenção da rede, ainda que essas sejam observadas apenas numa fase transitória até à centralização total das tarefas de manutenção;
   - a disponibilização de um serviço de transporte de comunicações, com disponibilidade e qualidade anuais de acordo com as normas, que faculte aos ramos a confiança adequada na rede das FFAA;
   - a centralização, num comando único, das equipas de operação e manutenção da rede das FFAA, reduzindo o número de centros de gestão para dois, que serão redundantes.
2. **Aos Ramos**

   Que abdiquem, gradualmente, das suas equipas de manutenção, à medida que o EMGFA demonstrar que assegura a disponibilidade adequada da rede.
3. **À DCSI (Direcção de Comunicações e Sistemas de Informação) e IPTM**

   A elaboração de um protocolo regulador dos procedimentos a adoptar, e das responsabilidades de cada uma das partes, a fim de assegurar a manutenção dos equipamentos partilhados pela FAP e pelo IPTM.
4. **Aos Órgãos de decisão de nível Ministerial:**
   - a promoção do diálogo ao nível dos responsáveis pela tomada de decisão (entre as FFAA e outros Ministérios), no sentido de que na fase de planeamento da reconfiguração das suas redes ou na eventual necessidade

de construir novas redes, sejam adoptadas as soluções mais eficientes promovendo sinergias;

- a criação de documentação e mecanismos legais que garantam, às partes envolvidas nos eventuais protocolos, que a disponibilidade dos troços de rede partilhados será integralmente garantida pela instituição a quem a responsabilidade da sua manutenção seja cometida.

Bibliografia

Monografias

ALBUQUERQUE, A.A., *Sistemas de Telecomunicações. Notas das aulas teóricas*, Lisboa, Associação de Estudantes do Instituto Superior Técnico, 1987.

ALCATEL Thomson, *Note on High Capacity Digital Radio Link Calculation*, Faisceaux Hertziens, Paris,1985.

BACCETTI B. e TÁRTARA G., *Equalization and Quality Prediction in digital Rádio Systems*, Milão: GTE Telecomunicazioni, 1983.

DONAHOO, Michael J.. CALVERT, Kenneth L. (2000) *TCP/IP Sockets in C: Practical Guide for Programmers*, Morgan Kaufmann, ISBN 1558608265

GREGG, W.D., *Analog and Digital Communication*, John Wiley & Sons, Nova Iorque, 1997.

KUROSE, James F.. (2005). *Computer Networking, a Top-Down Approach Featuring the Internet*, 3ª edição, Addison-Wesley, ISBN 0321269764.

LOUREIRO, Paulo. (2003). *TCP/IP em Redes Microsoft*. 4ª ed.. Lisboa: FCA – Editora de Informática. ISBN 972-722-139-4.

PETERSON, Larry. DAVIE, Bruce. (2003) *Computer Networks: A Systems Approach*, 3ª edição, Morgan Kaufmann, ISBN 155860832X.

QUIVY, Raymond; CAMPENHOUDT, LucVan (1998). *Manual de investigação em ciências sociais*. 2ª ed. Lisboa : Gradiva.

SALEMA, Carlos. (1998). *Feixes Hertzianos*. Lisboa : IST PRESS. ISBN:972-8469-02-0.

STEVENS, W. Richard. (1994) *TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols, Addison-Wesley*, ISBN 0-201-63346-9.

Documentação

EID. *"Gestão de Redes, SICOM II"*, Proposta EID USC010820, Lisboa, 2001.

ESTADO-MAIOR GENERAL DAS FORÇAS ARMADAS *" Plano de Acção da Topologia de Rede"* Lisboa, 2002.

ESTADO-MAIOR GENERAL DAS FORÇAS ARMADAS *"Normas para a interligação das Intranet do EMGFA e Ramos das Forças Armadas Portuguesas*", Lisboa, 2005.

ESTADO-MAIOR GENERAL DAS FORÇAS ARMADAS *"Plano de Acção para a Gestão Operação e Manutenção da Rede"* Lisboa, 2001.

ESTADO-MAIOR GENERAL DAS FORÇAS ARMADAS, "*contrato para o Desenvolvimento e implantação do SICOM"*, Lisboa 1994.

ESTADO-MAIOR GENERAL DAS FORÇAS ARMADAS, Directiva n.º3/87. Lisboa, 1987.

Publicações

CCIR, *Recommendations and rapports du* CCIR, 1982, Volume IX-1, *Service fixe utilisant les faisceaux hertziens*, UIT, Genebra, 1982.

CCIR, *Reports of the* CCIR, 1990, Annex to Volume IX, Part 1, Fixed Service Using Radio-Relay Systems, UIT, Genebra 1990.

ITU, ITU-*R Recomendations on* CD-ROM, UIT, Genebra, 1997.

ITU, ITU-T *Recomendations on* CD-ROM, UIT, Genebra, 1997.

Portugal e a Defesa Nacional (1999). Ministério da Defesa Nacional. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional. ISBN 972-96007-9-1.

Anexo A – Corpo de conceitos

1. Serviço de Transporte de Comunicações

O serviço de transporte de comunicações reside na troca de informação entre dois locais geograficamente separados, e pode ser caracterizado recorrendo às três variáveis a seguir identificadas:

a. Disponibilidade

A disponibilidade (d) de uma ligação traduz a percentagem de tempo em que esta presta o serviço para que foi projectada. De acordo com a Recomendação F.557-3, o objectivo de indisponibilidade (I) para o HRDP[1] é de 0,3 por cento.

Ainda de acordo com a mesma Recomendação F.557-3, Anexo I, a indisponibilidade das ligações por feixes hertzianos é principalmente devida a (Salema, 2000:362):

(1) Equipamento, que inclui moduladores, desmoduladores, antenas, sistemas de alimentação de energia e equipamento auxiliar;

(2) Propagação, que pode resultar de desvanecimentos e precipitação;

(3) Restantes causas:

i) Interferências;

ii) Torres de antenas e instalações (edifícios);

iii) Actividade humana, em geral erros de exploração e manutenção.

Apesar de a atribuição da indisponibilidade ser da responsabilidade do projectista, é normal admitir (Salema, 2000:363):

(1) Indisponibilidade devida à precipitação $0,2*I = Ich = 0,1*I$;

(2) Indisponibilidade devida ao equipamento $0,4*I = I_e = 0,3*I$;

(3) Indisponibilidade devida às restantes causas $I_r = 0,5*I$.

A indisponibilidade do equipamento (I_e) é determinada com base em dados estatísticos, pelo quociente entre MTTR[2] e MTBF[3].

A indisponibilidade de um conjunto de equipamentos associados em série é obtida pelo somatório das disponibilidades parcelares. Por seu lado, a indisponibilidade que se obtém, de forma simplificada, para uma associação em paralelo de "n" equipamentos principais e um equipamento de reserva é Ip=C2(n+1)*I2.

[1] Do inglês *Hypothetical Reference Digital Path*
[2] Do inglês *Mean Time To Repair*
[3] Do inglês *Mean Time Between Failures*

b. Qualidade

"A qualidade de uma ligação digital depende apenas da sua taxa de erros binários (ber)," (Salema,2000:334). Naturalmente que só é possível avaliar a qualidade de uma ligação se esta estiver disponível.

Uma vez que uma ligação resulta da associação de várias ligações parcelares (saltos), a *ber* total é obtida da soma das *ber* de cada uma das parcelas. Face à dependência da *ber* relativamente ao número de saltos da ligação e a fim de operacionalizar a qualidade de uma ligação, a ITU-R definiu um circuito digital fictício de referência HRDP. Com base neste circuito, a recomendação F.634-3 da ITU-R impõe, para uma ligação de comprimento d, que a taxa de erros binários não deve exceder:

(1) 10^{-6} durante mais de 0,4*d/2500 por cento do tempo no pior mês, com um tempo de integração de cerca de 1 minuto;

(2) 10^{-3} durante mais de 0,054*d/2500 por cento do tempo no pior mês, com um tempo de integração de 1 segundo.

c. Largura de Banda

É o débito de transmissão (em *bit*/s) que uma ligação em feixes hertzianos permite transportar.

2. Partilha

No contexto das redes de transporte de comunicações, partilhar pressupõe beneficiar das facilidades oferecidas por equipamentos, infra-estruturas ou outros, que serão comuns a um determinado universo de utilizadores. Esse processo de partilha terá que permitir, a todos os utilizadores, a satisfação dos seus requisitos de disponibilidade, qualidade e LB. Estes requisitos caracterizam os resultados que se esperam do serviço de transporte de comunicações. Deve realçar-se, que para assegurar a satisfação destes requisitos, o dimensionamento dos equipamentos que se pretendem partilhar deverá ser efectuado para a situação de maior exigência da rede.

Define-se o nível de partilha, não em termos de número de elementos da rede mas em termos de facilidade, isto é, em termos da funcionalidade que um determinado elemento desempenha na rede e não da quantidade de unidades desse elemento utilizadas.

A construção de uma rede de transporte, recorrendo a feixes hertzianos, é suportada por várias facilidades, as quais é necessário garantir para efectuar o transporte da informação.

As facilidades a considerar em cada local são:

a. Espaço físico, área de terreno com cerca de 100m^2;

b. Abrigo, com cerca de 25 m^2, equipado com sistema de ar condicionado, cujo dimensionamento deve garantir as condições ambiente adequadas ao funcionamento dos equipamentos de comunicações existentes no local;

c. Abrigo com cerca de 6m^2 para instalação de depósito de combustível;

d. Uma linha de transporte de energia da rede e respectivo Posto de Transformação;

e. Uma torre, espiada ou auto-suportada, que pode ser construída em betão ou perfis metálicos e que em média tem altura da ordem das três dezenas de metros;

f. Gerador de energia;

g. Antenas, guias de onda e restantes acessórios;

h. Sistema rectificador e respectivo banco de baterias que permita assegurar o funcionamento dos equipamentos de comunicações em caso de falha de energia da rede e durante o período de arranque e estabilização do gerador;

i. Estrutura base em que são instalados os módulos rádio, que terá uma configuração base "1+1" e poderá crescer até "7+1";

j. Módulos rádio, que incluem (moduladores, emissores, receptores, desmoduladores e outros);

k. Sempre que as infra-estruturas são estações terminais de comunicações e não apenas repetidoras, existem ainda *multiplexers* que são utilizados para efectuar "*cross connections*" de tributários de qualquer hierarquia entre duas direcções distintas;

l. Centro de Gestão - instalações equipadas com o *Hardware* e *Software* necessários para efectuar a gestão e configuração de todos os equipamentos da rede.

3. Eficiência

Entende-se a eficiência de um serviço como sendo uma relação entre os resultados obtidos e os meios consumidos. Significa que o serviço é tanto mais eficiente quanto menos meios forem necessários para atingir um determinado resultado. Do mesmo modo,

estamos também perante uma maior eficiência sempre que utilizando os mesmos meios obtemos melhores resultados.

Para o tema em análise, os resultados são, como vimos, a disponibilidade da rede, a qualidade das comunicações e a LB da transmissão.

Quanto aos meios deveremos considerar as facilidades necessárias para a construção da rede de transmissão - **Instalação** - e os meios humanos e materiais que a sua **Manutenção** exige:

a. Instalação

Naturalmente que todos os meios materiais têm um custo que poderia ser uma forma objectiva de caracterizar os consumos. Contudo, uma vez que os custos desses meios estarão sempre associados ao fornecedor ou fabricante seleccionado e por conseguinte não são universais, optou-se por trabalhar com relações de quantidades e relações de custos. O cálculo dessas relações teve por base os valores das propostas comerciais relativas ao concurso público "Anel Continente Norte" adjudicado, pelo EMGFA, em 2008. De acordo com essa informação, poderá considerar-se um custo aproximado de duzentos mil euros por ligação (com duas extremidades) e de quarenta mil euros por cada par de módulos rádio adicionais para essa mesma ligação. Conclui-se assim que o custo dos módulos rádio é de aproximadamente 20% do custo da ligação;

b. Manutenção

Ao abordar o tema das redes de transporte de comunicações é imperativo considerar os aspectos relativos à sua manutenção. Esta inclui todas as tarefas de monitorização local ou remota dos elementos da rede, as acções tomadas no sentido de prevenir ou corrigir eventuais anomalias, adoptar medidas de selecção de caminhos alternativos e outras.

Actualmente, os elementos de rede de um sistema de transporte de comunicações são integrados em sistemas de gestão, desenvolvidos pelo fabricante, que facilitam decisivamente todas as tarefas de monitorização e manutenção da rede.

Os sistemas de gestão permitem uma visualização geral da rede e dos seus elementos, facilitando as tarefas de gestão da configuração através da disponibilização automática de toda a informação relativa às cartas instaladas e das facilidades de *copy* e *paste*, para efectuar cópias de configurações. Estes sistemas permitem também efectuar a Gestão de Desempenho da rede, dando indicações

relativas a tempos de inoperatividade e a Gestão de Segurança, permitindo definir diferentes classes de utilização para cada operador (apenas leitura, leitura e escrita e administração).

Contudo, apesar desta facilidade minimizar as necessidades de meios (humanos e materiais) para intervir na rede, não os evita na totalidade. Assim, os custos de manutenção de uma rede prendem-se essencialmente com viaturas, equipamentos de teste e equipas de técnicos. Faz-se referência apenas a estas três variáveis, uma vez que o seu impacto financeiro se destaca incomparavelmente dos restantes considerando-se, por esse motivo, indicadores adequados para efectuar o estudo desta variável (manutenção).

4. Eficácia

A eficácia refere-se à equivalência entre os objectivos estabelecidos e os resultados obtidos. Em termos de operacionalização do conceito de eficácia, considera-se que os indicadores associados a este conceito são exactamente os mesmos que foram anteriormente considerados para o conceito de eficiência sendo que agora será necessário assegurar que os resultados cumprem os novos objectivos.

5. Racionalização

Evitar, sempre que possível, a duplicação de meios para garantir a qualidade do serviço.

6. Configuração em anel

Este tipo de protecção implementa-se através da inclusão de uma ligação adicional de forma a implementar um anel, oferecendo sempre um caminho alternativo para qualquer ligação estabelecida.

7. Feixes Hertzianos

Ligação via rádio efectuada com recurso a antenas directivas, confinando a maior parte da energia transmitida a um feixe.

8. *Backbone* (Espinha Dorsal)

No contexto das redes de telecomunicações, este conceito identifica a estrutura principal da rede a partir da qual derivam as ramificações de débitos mais baixos.

9. Débito

Velocidade de transmissão da informação em *bit/s*.

10. Tributário

Sinais de entrada, combinados num processo de multiplexagem SDH (Hierarquia Digital Síncrona) ou PDH (Hierarquia Digital Plesiócrona).

11. Multiplexer

Equipamento comutador de tributários entre diferentes direcções.

Anexo B – Estrutura das Redes de Transmissão

1. Rede de Transmissão das Forças Armadas

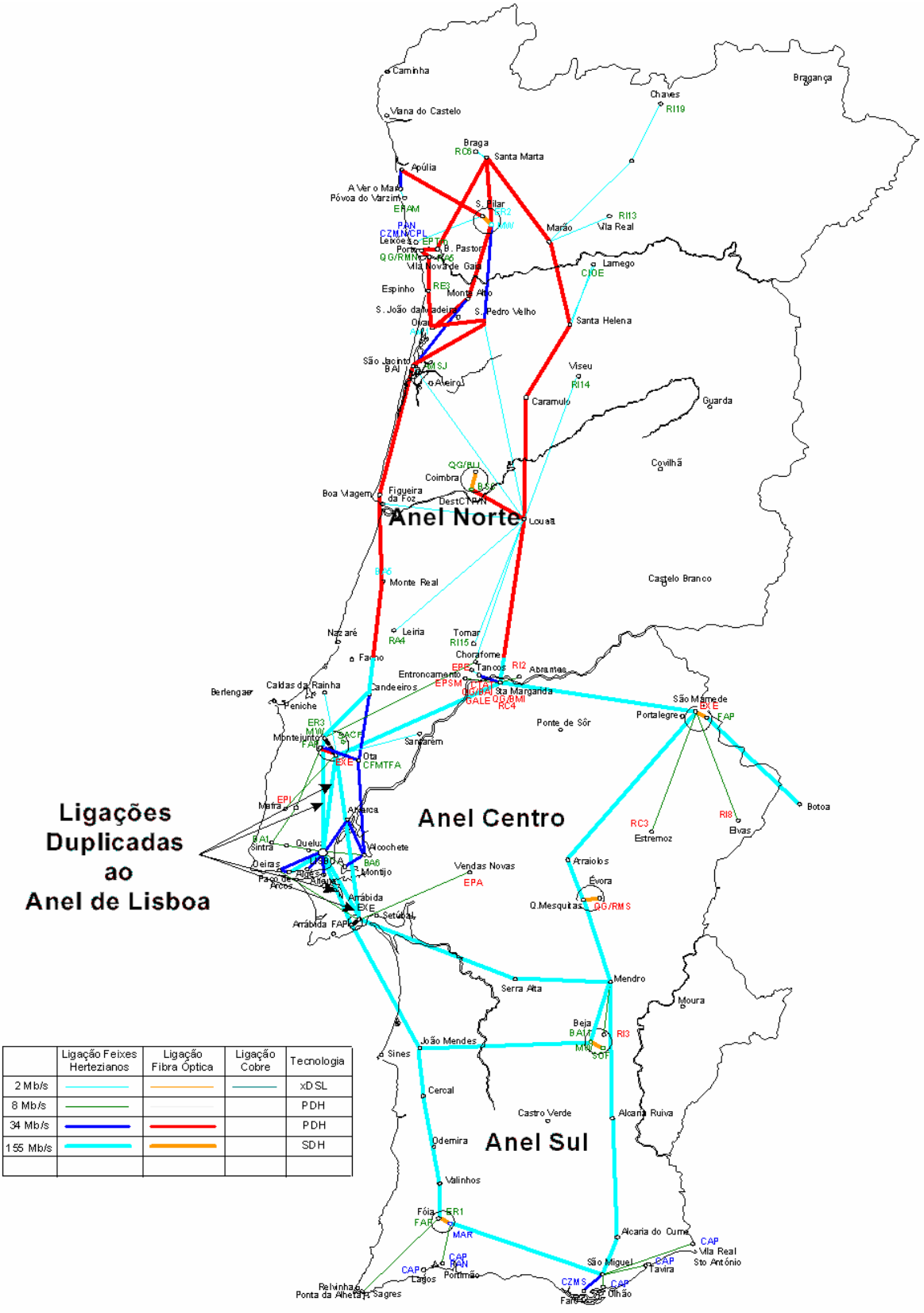

Figura B3 – Estrutura da rede das FFAA

2. Rede de Transmissão do Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos

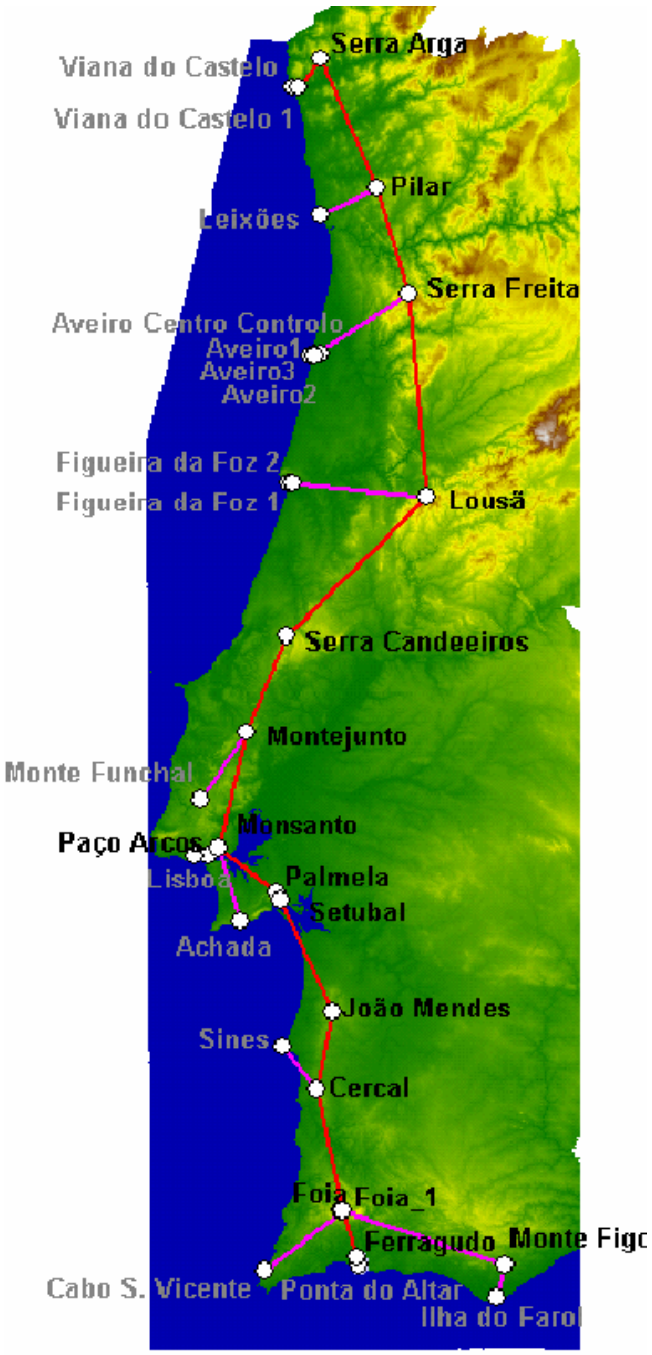

Figura B4 – Estrutura da rede do IPTM

3. Rede de Transmissão partilhada Força Aérea Portuguesa e Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos

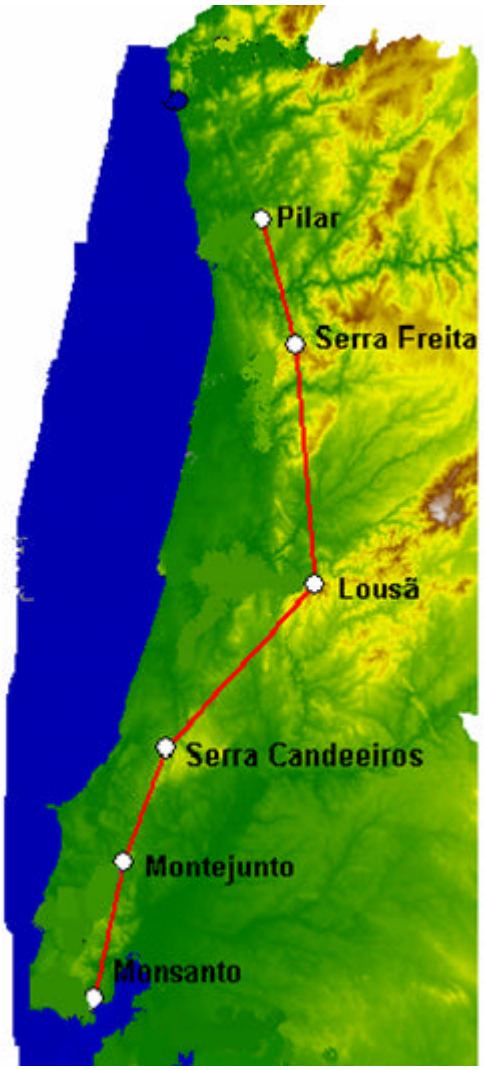

Figura B5– Estrutura da rede partilhada

Anexo C – Caracterização do tráfego

1. Tráfego da Rede do Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos

O tráfego transportado pela rede do IPTM é gerado nos locais em que estão instalados radares, quer sejam costeiros (vigia da costa marítima até cerca de 140nm) ou portuários (controlo do tráfego nos portos) os quais perfazem um total de 18 radares. A caracterização do tráfego pode efectuar-se de acordo com a matriz a seguir descrita:

2Mbit/s para Paço de Arcos para imagem radar;

2Mbit/s para Paço de Arcos repartidos do seguinte modo:

- *Tracks* 200Kbit/s
- AIS 128Kbit/s
- RDF 64Kbit/s
- AWS 64Kbit/s
- Voz 512 Kbit/s
- *Status* 56Kbit/s
- Actualização de *software* de Manutenção -1Mbit

2Mbit/s para Portimão para imagem radar;

2Mbit/s para Portimão repartidos do seguinte modo:

- Tracks 200Kbit/s
- AIS 128Kbit/s
- RDF 64Kbit/s
- AWS 64Kbit/s
- Voz 512 Kbit/s
- *Status* 56Kbit/s
- Actualização de *software* de Manutenção -1Mbit

Resumindo, de cada site radar derivam:

- na direcção do Centro de Controlo de Paço de Arcos: 2Mbit/s + 2Mbit/s;
- na direcção do Centro de Controlo de Portimão: 2Mbit/s + 2Mbit/s;
- Adicionalmente, há ainda a considerar uma LB de 28 Mbit/s para ligação dos dois centros de controlo.

2. Tráfego da rede das Forças Armadas

O tráfego de informação das FFAA pode separar-se em dois grandes grupos, concretamente: tráfego de LB fixa relativo aos sinais radar e comunicações (HF, VHF e UHF e algumas Centrais telefónicas) e tráfego de LB variável relativo à troca de informação das LAN´s das unidades, das centrais telefónicas – *trunking* IP, do acesso à *Internet* e do acesso ao SIG.

Quanto ao tráfego de LB fixa, para o futuro, dada a tendência de migração de todos os sistemas para tecnologia IP, será de considerar tráfego com estas características apenas para a FAP, concretamente, duas vezes 2Mbit/s provenientes de cada uma das Estações Radar e tendo por destino, respectivamente, Monsanto e BA11.

Relativamente ao tráfego de LB variável, que será mais de 90% do tráfego total das FFAA, nas figuras seguintes procura ilustrar-se o seu volume para as unidades base da FAP consideradas mais representativas (BA5 e BA11). Para os restantes ramos, o desenvolvimento do volume de tráfego, para as suas unidades militares, é semelhante, devendo estabelecer-se paralelismo entre as unidades militares cuja guarnição tem dimensão semelhante. Contudo, importa destacar, não tanto o valor absoluto do tráfego, mas a sua variação ao longo do dia.

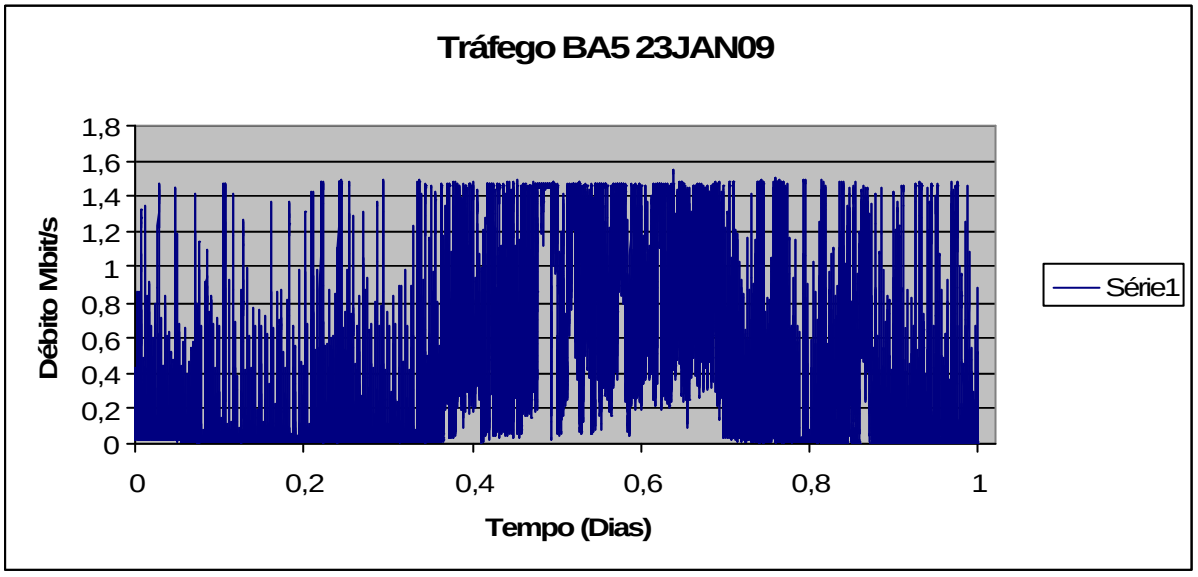

Gráfico C1 – Tráfego da Rede da BA5 (23JAN09)

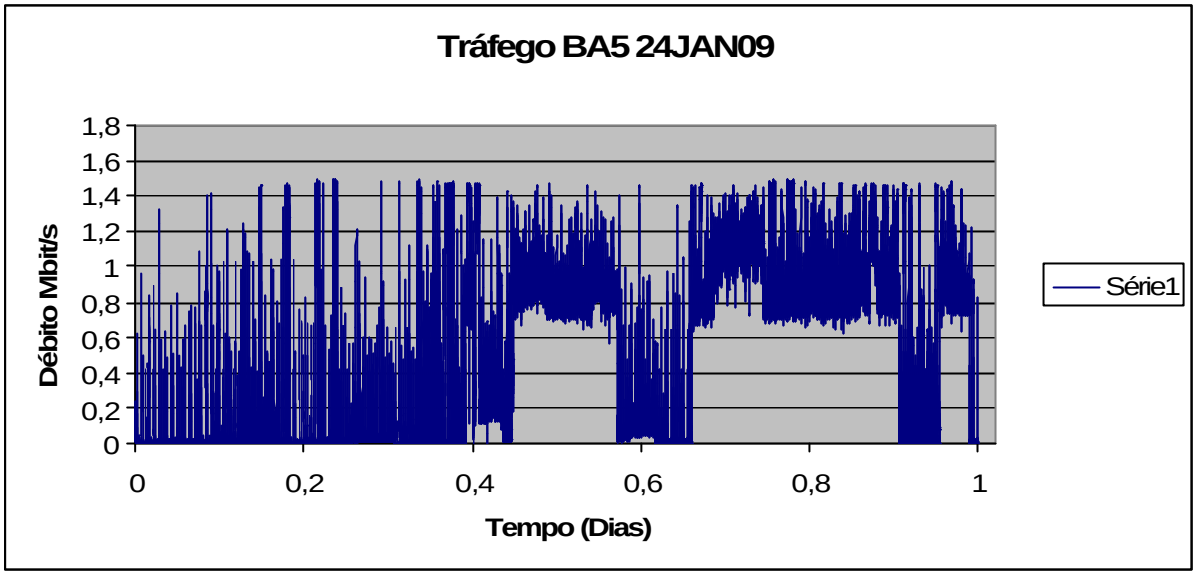

Gráfico C2 – Tráfego da Rede da BA5 (24JAN09)

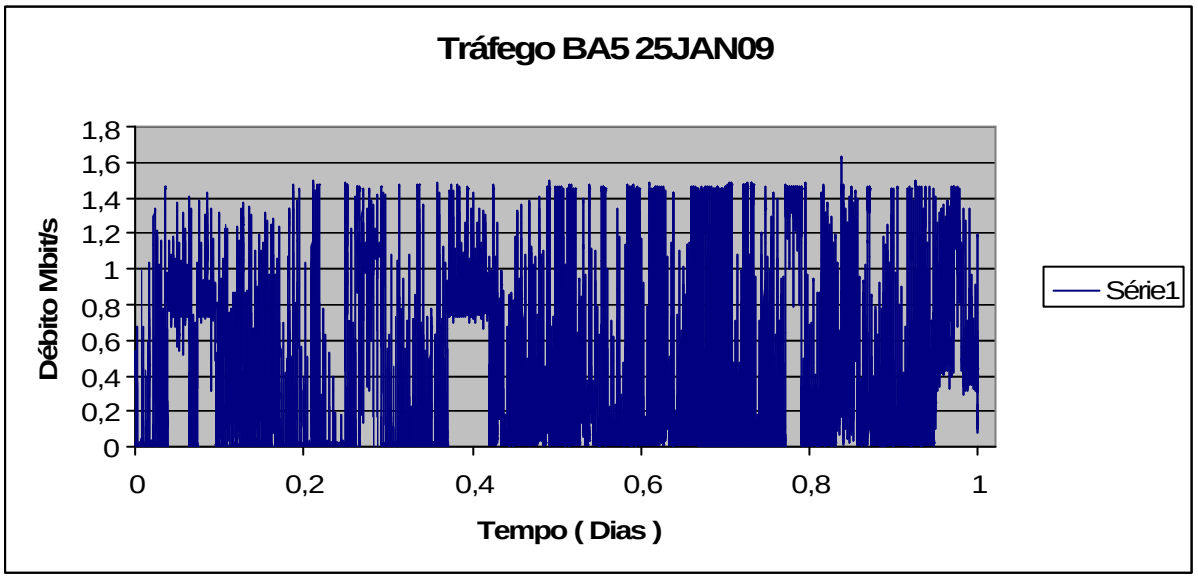

Gráfico C3 – Tráfego da Rede da BA5 (25JAN09)

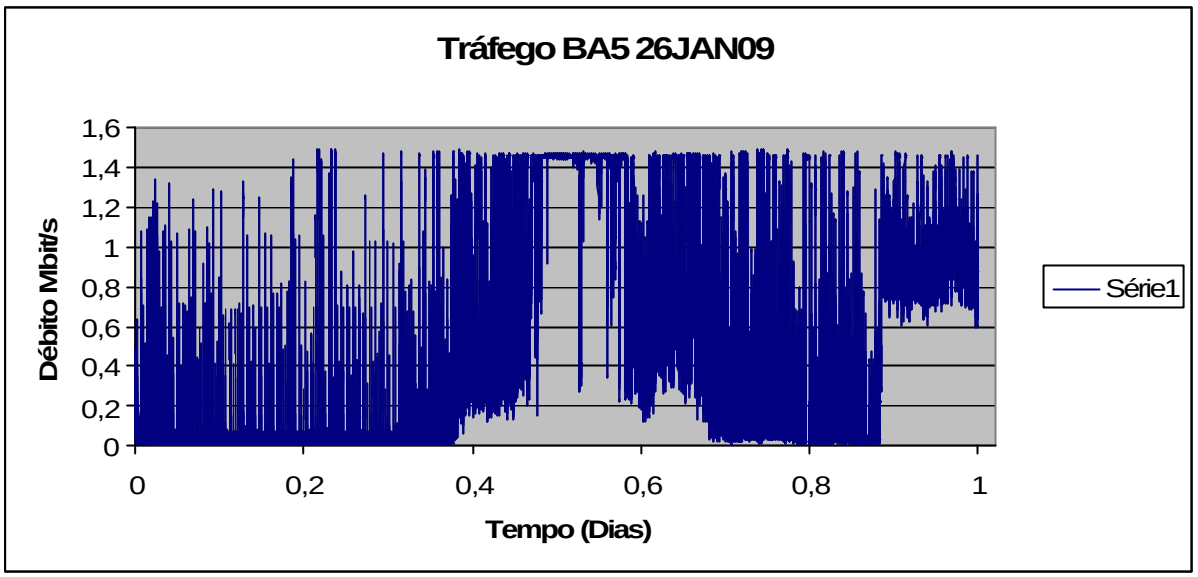

Gráfico C4 - Tráfego da Rede da BA5 (26JAN09)

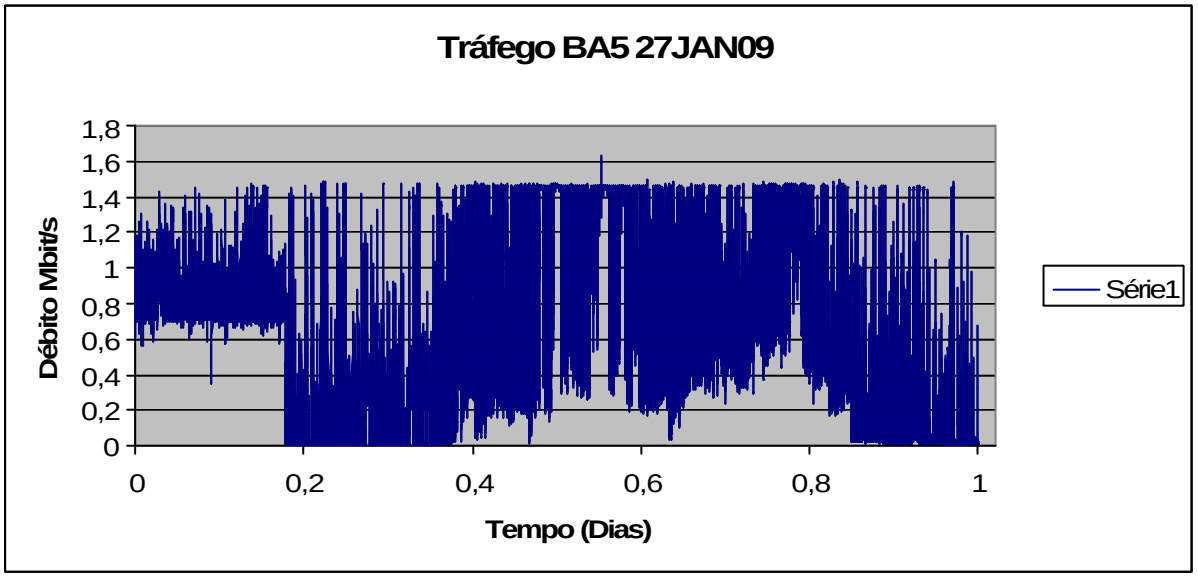

Gráfico C5 - Tráfego da Rede da BA5 (27JAN09)

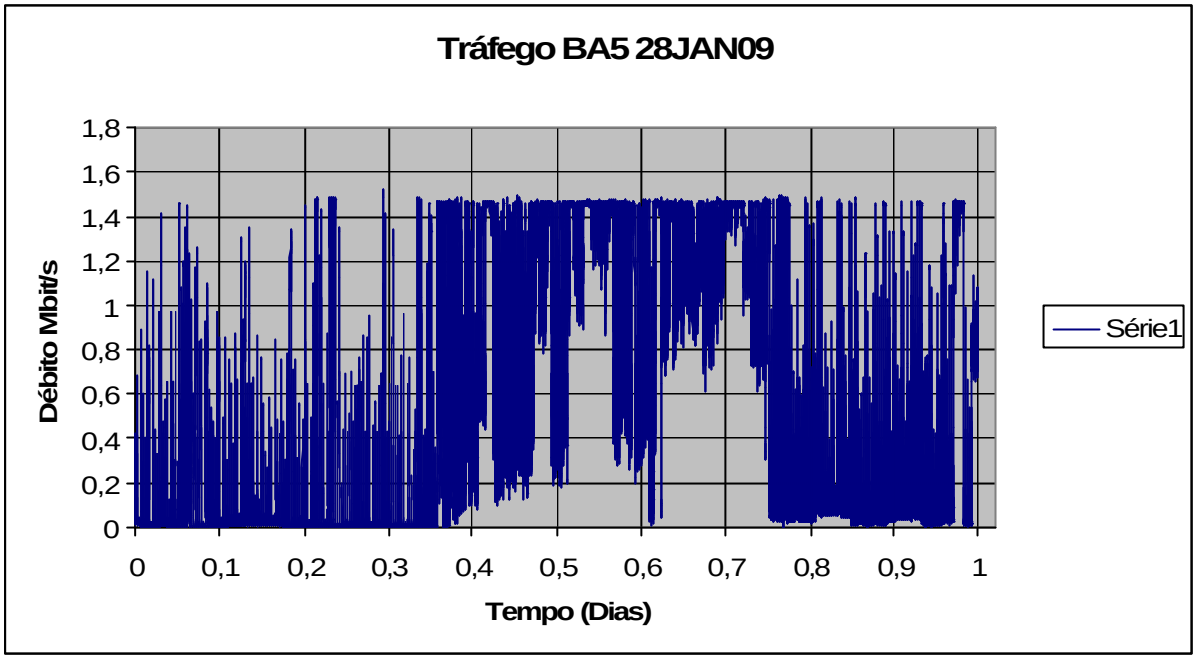

Gráfico C6 - Tráfego da Rede da BA5 (28JAN09)

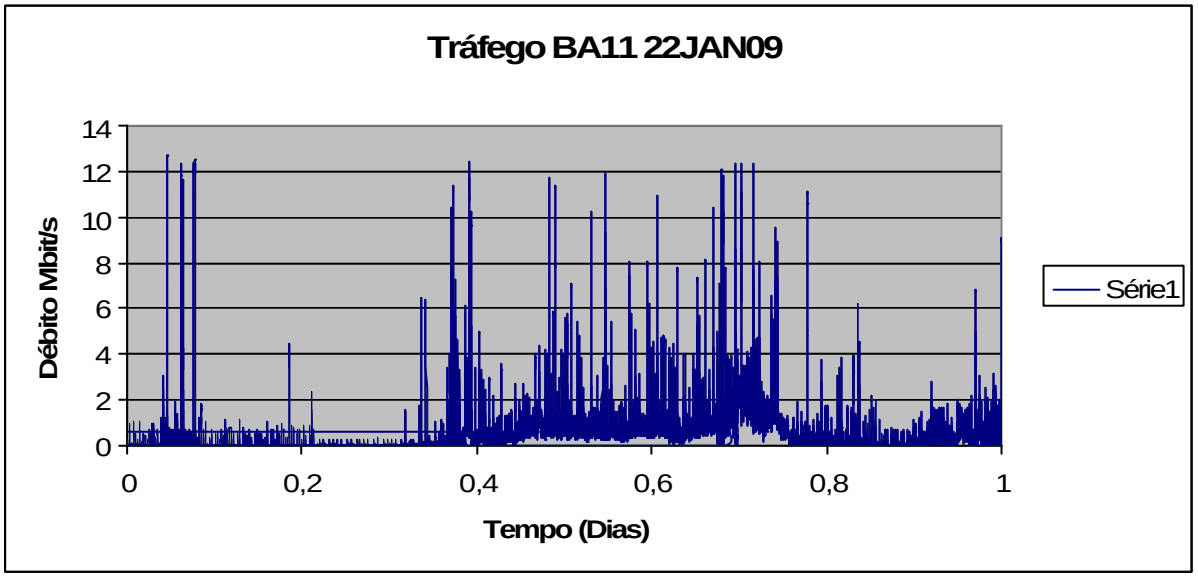

Gráfico C7 - Tráfego da Rede da BA11 (22JAN09)

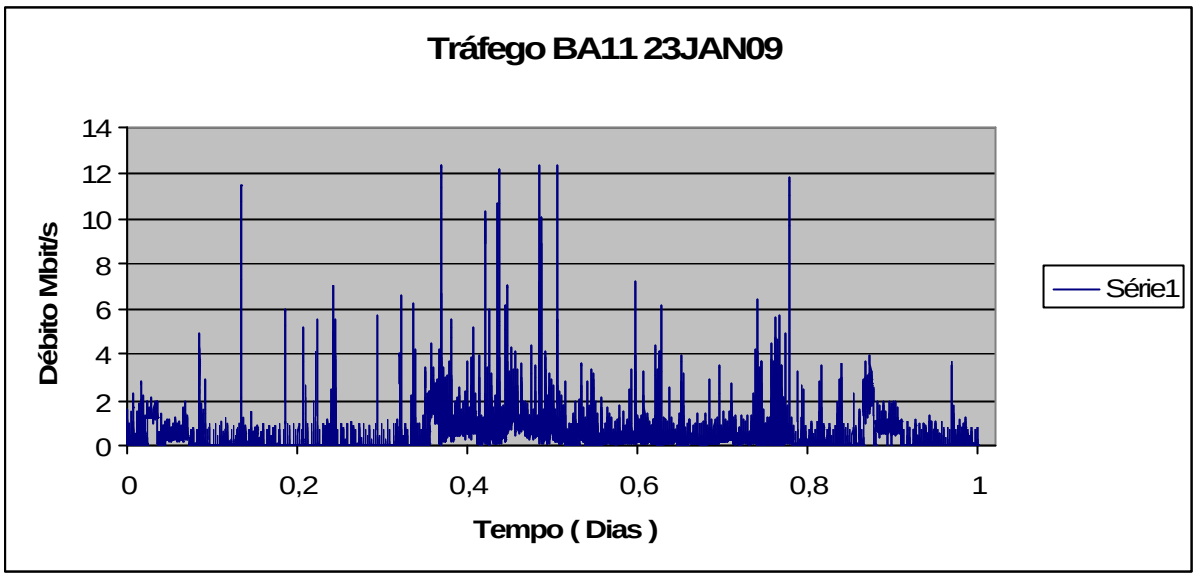

Gráfico C8 - Tráfego da Rede da BA11 (23JAN09)

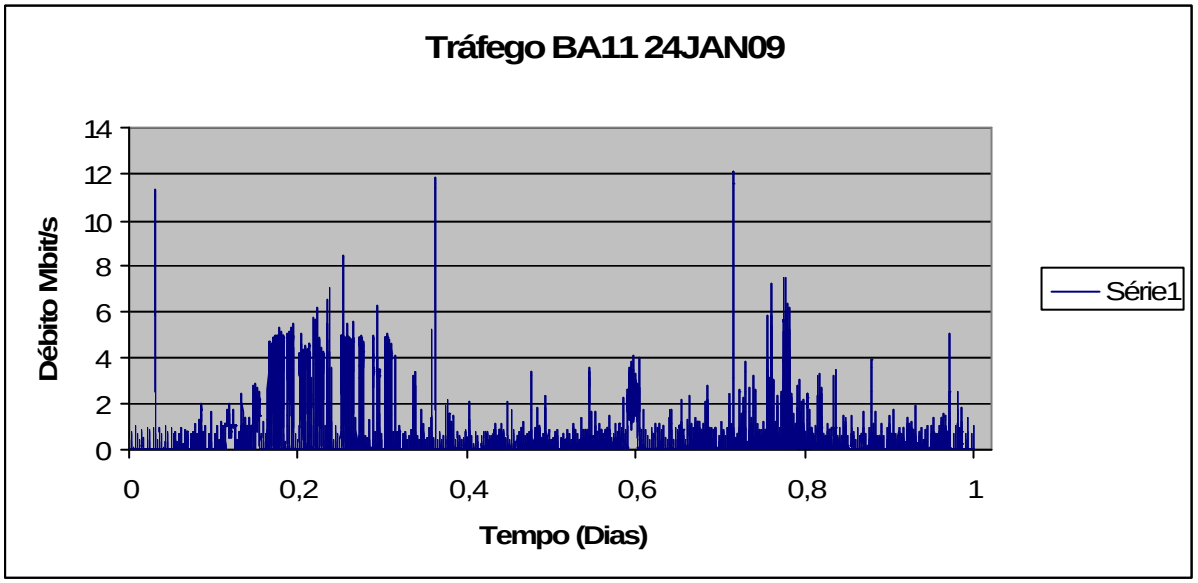

Gráfico C9 - Tráfego da Rede da BA11 (24JAN09)

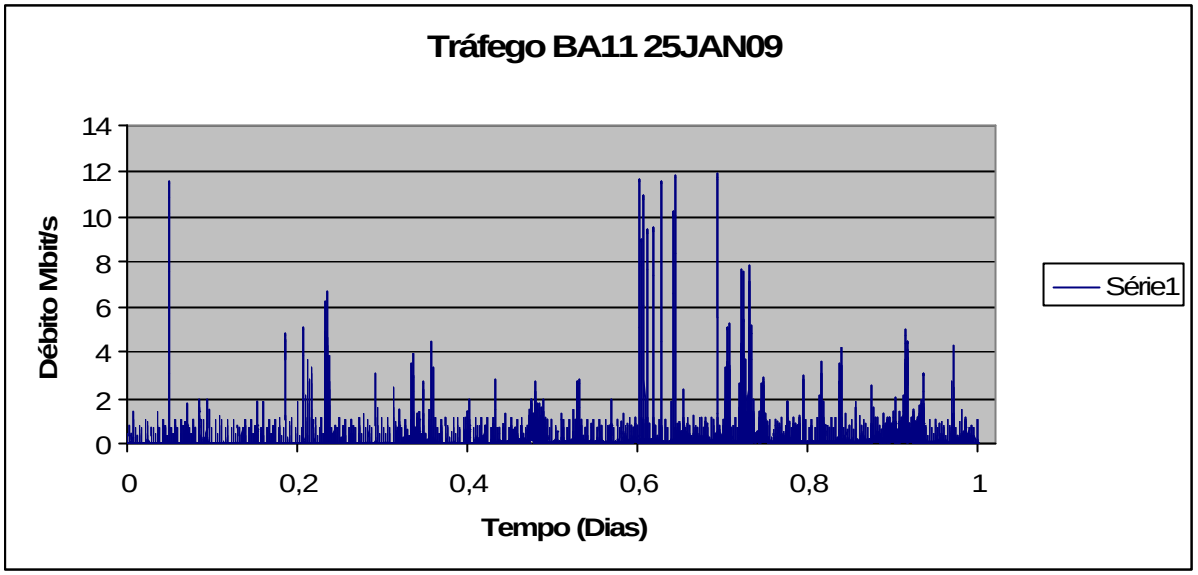

Gráfico C10 - Tráfego da Rede da BA11 (25JAN09)

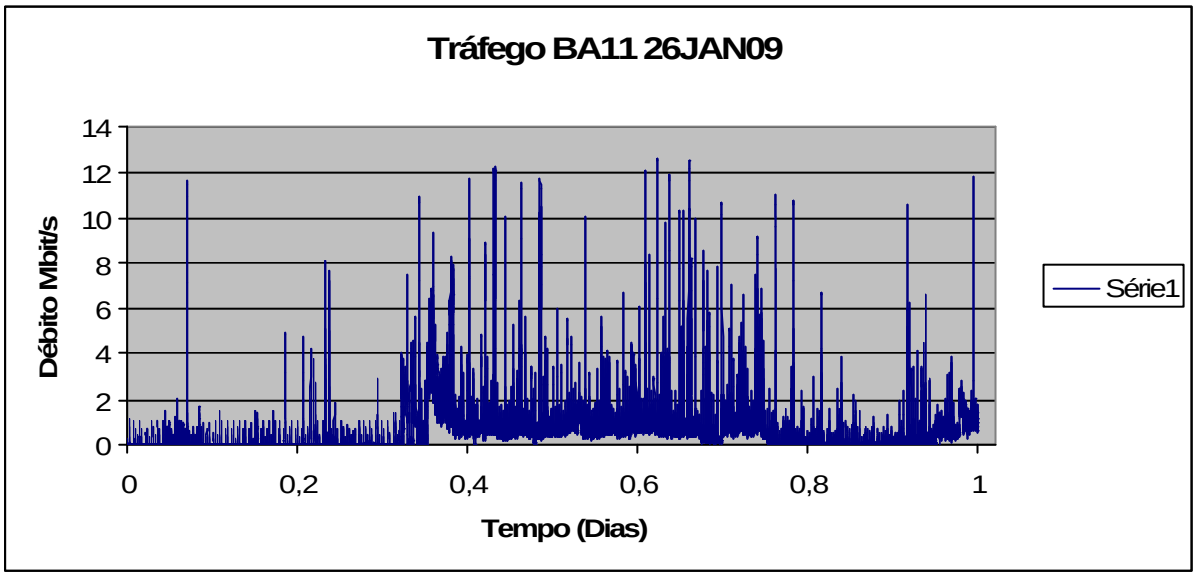

Gráfico C11 - Tráfego da Rede da BA11 (26JAN09)

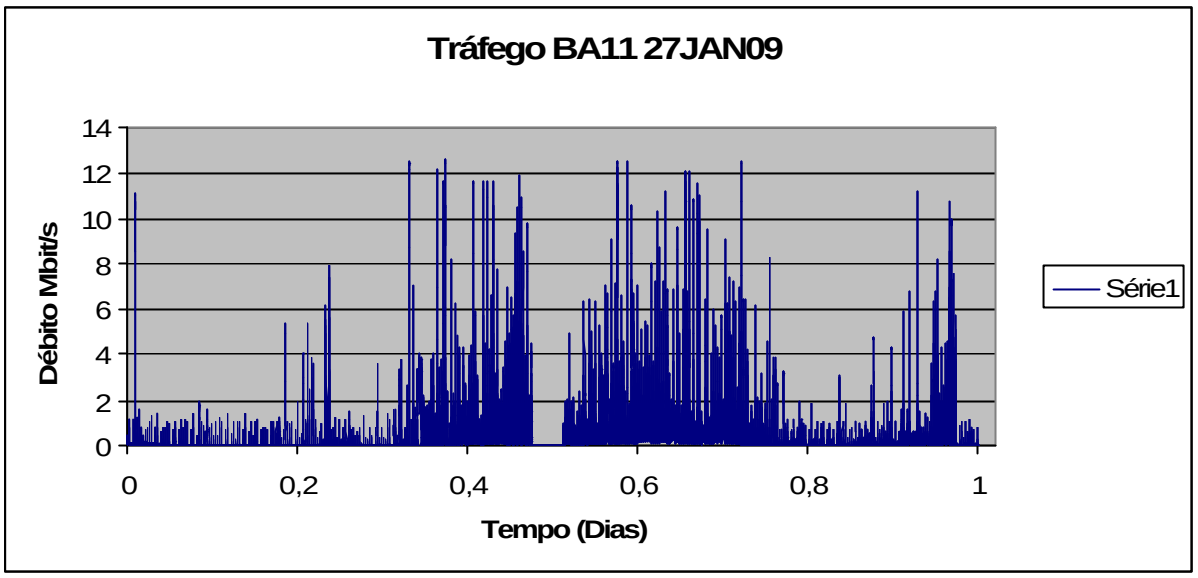

Gráfico C12 - Tráfego da Rede da BA11 (27JAN09)

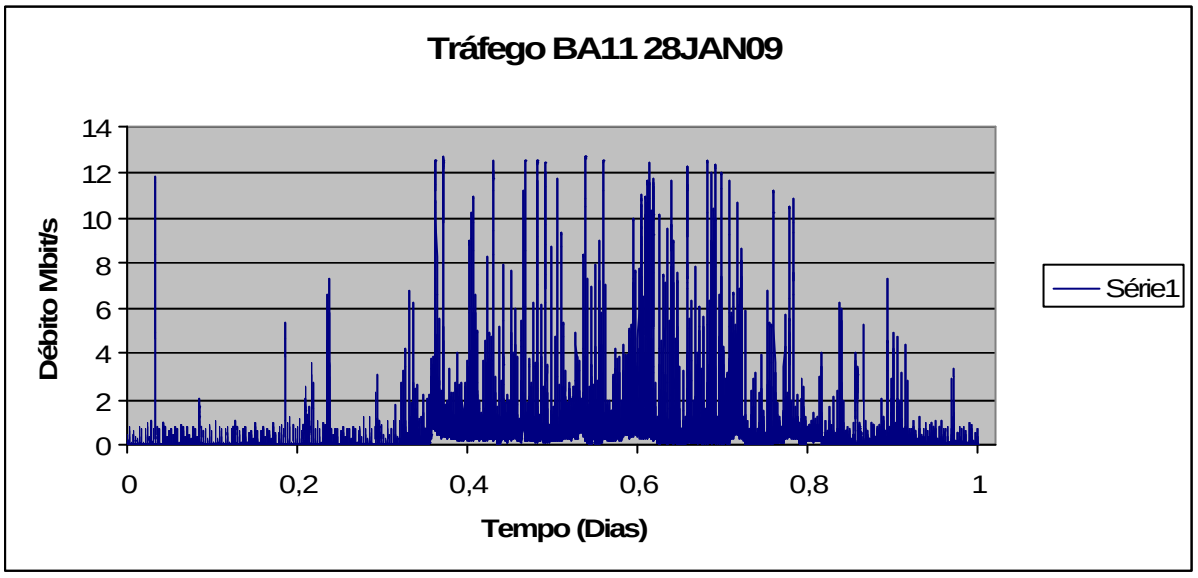

Gráfico C13 - Tráfego da Rede da BA11 (28JAN09)

Da análise dos gráficos deve destacar-se os períodos em que o canal de transmissão é utilizado apenas em menos de 5% da sua capacidade – caso da BA11 em que o canal tem uma LB de 34Mbit/s, o que não é reflectido no gráfico uma vez que a escala das ordenadas foi ajustada para melhor se visualizar a evolução do tráfego. Relativamente à BA5, verifica-se que apesar de o canal de transmissão ter uma ocupação superior, esse facto resulta da reduzida capacidade da ligação (2 Mbit/s).

Anexo D – Entrevistas

Entrevista com o Director da Direcção de Comunicações e Sistemas de Informação, Major General Germano Carvalho

1. Que tipo de autonomia se prevê para a intervenção da FAP na rede das FFAA?
2. A FAP tem por requisito apenas assegurar a qualidade do serviço de transporte da informação ou pretende manter sempre autonomia sobre a rede (acções de gestão operação e manutenção)?
3. Existindo um centro de gestão no EMGFA e técnicos para executar as tarefas, identifica vantagens em que existam nos ramos técnicos cujo âmbito das suas tarefas é intervir na rede das FFAA?
4. Replicar os centros de gestão pelos ramos e pelo EMGFA não se poderá traduzir em significativa ineficiência?
5. Na sua opinião, qual seria a estrutura orgânica que melhor responderia às solicitações na área da manutenção da rede?
6. Considerando o cenário actual de partilha da rede de comunicações da FAP com o IPTM, considera que é uma solução a que se deve dar continuidade e eventualmente aprofundar?
7. Seria viável considerar uma rede de transporte de comunicações única para todos os Ministérios do Estado?
8. Qual a natureza das dificuldades que prevê para a concretização de um eventual processo de partilha?
9. Como considera que deveriam ser organizadas as tarefas de gestão, operação e manutenção de uma rede com essas características?

Entrevista com o Adjunto do Programa SICOM para a área de transmissão, Coronel Jorge Afonso

Fevereiro de 2009, Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação, EMGFA, Lisboa.

1. Como é efectuado o planeamento da rede de transporte de comunicações das FFAA?
2. Como é realizada a coordenação com os ramos?
3. Existem inquéritos de satisfação dos utilizadores relativamente ao desempenho da rede?
4. De que meios humanos e materiais (viaturas, equipamentos de teste e outros) dispõe o EMGFA para assegurar a manutenção da rede?
5. Como são coordenadas, com os ramos, as acções de manutenção e a monitorização da rede de transmissão?
6. Os militares que desempenham funções nos ramos, na área da rede de transmissão, identificam problemas de coordenação, com o EMGFA, quando ocorrem avarias na rede. Na sua opinião, a que se devem essas dificuldades? Como poderiam ser resolvidas?
7. Existindo um centro de gestão no EMGFA, identifica vantagens em que existam nos ramos técnicos cujo âmbito das suas tarefas é intervir na rede das FFAA?
8. Replicar os centros de gestão pelos ramos e pelo EMGFA não se poderá traduzir em significativa ineficiência?
9. Na sua opinião, qual seria a estrutura orgânica que melhor responderia às solicitações na área da manutenção da rede?
10. Considerando o cenário actual de partilha da rede de comunicações da FAP com o IPTM, considera que seria viável considerar uma rede de transporte de comunicações única para todos os Ministérios do Estado?
11. Que tipo de dificuldades identifica para a concretização desse eventual processo de partilha?

Entrevista com o Chefe do CME (Centro de Manutenção Electrónica da FAP), Coronel/TMMEL Simão Rosado

Fevereiro de 2009, Centro de Manutenção Electrónica da FAP, Lisboa.

1. Dos meios humanos e materiais disponíveis no CME, quais são utilizados nas acções de manutenção da rede de transmissão das FFAA?
2. Quantas intervenções correctivas, foram efectuadas pelo CME durante os últimos 12 meses?
3. Que impacto tiveram essas avarias nas unidades base da FAP e quanto tempo foi necessário para repor a avaria?
4. Na sua opinião, a que se deve a morosidade das acções sempre que as avarias envolvem equipamentos que estão instalados em infra-estruturas de mais que um ramo?
5. Qual a estrutura orgânica e o efectivo de técnicos que considera adequado para assegurar as acções de manutenção preventiva e correctiva da rede das FFAA?
6. Na sua opinião seria viável considerar uma rede de transporte de comunicações única para todos os Ministérios do Estado?
7. Do ponto de vista técnico e considerando o modelo de referência OSI, até que camada o Sr. Coronel entende que deveria ser implementada a partilha?
8. Em termos de equipamentos (sistemas de energia, rádios, *multiplexers*), quais considera que seria viável partilhar?
9. Como considera que deveriam ser organizadas as tarefas de gestão, operação e manutenção de uma rede com essas características?

Entrevista com o chefe do Gabinete de Apoio da DCSI, Coronel/ENGEL Diogo Martel

Março de 2009, DCSI, Alfragide, Lisboa.

1. Em 1958 foi criada a rede da FAP, nesse período só existia um operador de comunicações pelo que a aquisição do serviço era dispendiosa. Considera que actualmente se mantém a necessidade de dispor de uma rede de transporte dedicada para as FFAA?
2. Considera que o serviço de transporte de comunicações prestado pela rede das FFAA satisfaz os requisitos da FAP?
3. Quando desempenhou as funções de chefe da Repartição de Comunicações e Sistemas de Navegação, quais as maiores dificuldades que identificou no diálogo com o EMGFA?
4. Qual a solução que o Sr. Coronel considera mais adequada para uma estrutura organizacional de sustentação da rede das FFAA?
5. No cenário actual de partilha da rede de comunicações da FAP com o IPTM, considera que é uma solução a que se deve dar continuidade e eventualmente aprofundar?
6. Seria viável considerar uma rede de transporte de comunicações única para todos os Ministérios do Estado? Até que nível deveria ser implementada essa partilha (modelo OSI)?
7. Qual a natureza das dificuldades que prevê para a concretização de um eventual processo de partilha?
8. Como considera que deveriam ser organizadas as tarefas de gestão, operação e manutenção de uma rede com essas características?

Entrevista com o chefe da secção de transmissão da DITIC, 1º TEN Mário Marques

Fevereiro de 2009, DITIC, Lisboa.

e

Entrevista com o chefe da secção de transmissão do Regimento de Transmissões, CAP Pena Madeira

Fevereiro de 2009, Lisboa.

1. A rede de transmissão das FFAA garante o serviço de transporte de comunicações a todas as unidades militares da Armada?
2. A Armada dispõe de meios humanos ou materiais que contribuam para a manutenção da rede de transporte de comunicações das FFAA?
3. Quantas avarias ocorreram na rede, nos últimos doze meses, que tivessem impacto nas comunicações de unidades da Armada?
4. Quanto tempo foi necessário para recuperar a avaria? Quem a identificou? Que procedimentos de coordenação foram adoptados? Quem efectuou os trabalhos?
5. Considera adequado o processo actualmente utilizado para coordenar as intervenções na rede das FFAA?
6. Que alterações introduziria?
7. Qual o período máximo durante o qual os técnicos da Armada se mantém a desempenhar funções relativas à manutenção da rede?
8. Na sua opinião e considerando o exemplo de partilha da rede de transmissão das FFAA, seria viável criar uma rede de transmissão única para todos os Ministérios?
9. De acordo com o Modelo de referência OSI, até que camada considera que seria viável implementar essa partilha?
10. Tem alguma sugestão para a estrutura orgânica mais adequada para garantir a sustentação de uma rede partilhada?

Entrevista com o chefe da secção de manutenção do IPTM, Eng. Vargas Batista

Fevereiro de 2009, IPTM, Paço de Arcos.

1. Quantas Instituições utilizam actualmente a rede de comunicações do IPTM?
2. Como é garantida a segurança e a privacidade da informação transportada na rede?
3. Quais as características essenciais do tráfego transportado na rede de comunicações do IPTM?
4. Como se processa a coordenação, entre as diferentes instituições que utilizam a rede, das tarefas de operação e de manutenção?
5. Quais os meios humanos e materiais de que dispõem para garantir a sustentação da rede?
6. Qual o tempo médio para reposição das anomalias?
7. Qual é a prontidão das equipas de manutenção?
8. Qual a periodicidade das intervenções programadas?
9. Relativamente ao protocolo celebrado com a FAP, qual o procedimento que considera mais adequado para assegurar a manutenção dos equipamentos?
10. Qual a sua opinião relativamente à possibilidade de considerar uma rede de transporte única para todos os Ministérios do Estado?

Anexo E – Protocolo Celebrado pela FAP e pelo IPTM

PROTOCOLO RELATIVO À INSTALAÇÃO DE ELEMENTOS DO SISTEMA DE CONTROLO DE TRÁFEGO MARÍTIMO (VTS) EM UNIDADES DA FORÇA AÉREA

Considerando que para o cumprimento da sua missão, a Força Aérea dispõe de infra-estruturas em locais privilegiados do território nacional continental;

Considerando o relevante interesse nacional de implementar um sistema de controlo de tráfego marítimo (VTS) na costa continental portuguesa, visando fundamentalmente o aumento da segurança marítima ("safety" e "security"), a protecção e melhoria do ambiente marinho na costa, a melhoria da organização das actividades de busca e salvamento e do controlo e supervisão das actividades de pesca e, ainda, evitar o desembarque de pessoal e actividades ilícitas;

Considerando que a eficiente operação do sistema de controlo de tráfego marítimo obriga à instalação de sensores de radar em locais à maior altitude possível, bem como à existência de uma rede de comunicações para ligar todos os elementos do sistema;

Considerando as inegáveis sinergias resultantes da instalação de elementos do sistema VTS nas infra-estruturas da Força Aérea, obviando ainda a edificações adicionais em espaços ambientalmente sensíveis;

Considerando, ainda, a necessidade de optimizar o esforço do Estado na construção, exploração e utilização do Sistema VTS e das componentes operacionais e informativas que lhe estão associados, daí se esperando claros benefícios para a Força Aérea;

Considerando, finalmente, o disposto no Despacho Conjunto de Sua Excelência o Secretário de Estado da Defesa Nacional e dos Assuntos do Mar e de Sua Excelência a Secretária de Estado dos Transportes, no âmbito da cooperação institucional;

1

A FORÇA AÉREA PORTUGUESA, adiante designada apenas por FAP, neste acto representada pelo Comandante do Comando Logístico e Administrativo da Força Aérea, Tenente-General José Maria Pessoa, que assina o presente protocolo nos termos do parágrafo 14, do Despacho Conjunto do Secretário de Estado da Defesa Nacional e dos Assuntos do Mar e da Secretária de Estado dos Transportes, de 14 de Maio de 2007, que aprovou a respectiva minuta, e;

O **INSTITUTO PORTUÁRIO E DOS TRANSPORTES MARÍTIMOS, I.P.**, adiante designado apenas por IPTM, I.P., neste acto representado pela Presidente do Conselho Directivo, Engenheira Natércia Magalhães Cabral, celebram o presente Protocolo, que se rege pelas cláusulas seguintes:

Cláusula Primeira

Objecto

O presente protocolo tem como objecto estabelecer as linhas gerais de cooperação entre a FAP e o IPTM, I.P., para a instalação de elementos do Sistema de Controlo de Tráfego Marítimo (VTS) do Continente, adiante designado por Sistema VTS, em infra-estruturas daquele Ramo das Forças Armadas.

Cláusula Segunda

Instalações

1. Pelo presente protocolo, a FAP autoriza o IPTM, I.P. a instalar equipamentos de radar e de comunicações do Sistema VTS nas suas infra-estruturas, conforme se encontra devidamente discriminado no Anexo A, que faz parte integrante deste protocolo e aqui se dá por integralmente reproduzido.

2. Fica desde já autorizado o IPTM, I.P. a proceder às construções indicadas no referido Anexo A para a instalação de tais equipamentos, devendo entregar no Comando Logístico e Administrativo da Força Aérea (CLAFA), para efeitos de arquivo, uma cópia das telas finais respectivas.

Cláusula Terceira

Custos

1. Sem prejuízo do disposto na cláusula sétima, a utilização pelo IPTM, I.P. das infra-estruturas da FAP para efeitos do presente protocolo é efectuada a título gratuito.
2. O IPTM, I.P. é responsável por suportar todos os custos com a instalação dos equipamentos de radar e de comunicações do Sistema VTS.
3. A FAP é responsável por suportar todos os custos com a instalação dos equipamentos de comunicações da FAP referidos no número dois da cláusula sexta.

Cláusula Quarta

Intervenções da Força Aérea

1. Sempre que a FAP necessite de proceder a actualizações dos seus sistemas, diligenciará no sentido de que as mesmas não tenham implicações no Sistema VTS.
2. Caso essas intervenções possam acarretar implicações no Sistema VTS, o IPTM, I.P. e a FAP procederão à sua avaliação conjunta, no sentido de ser adoptada uma solução técnica que, não inviabilizando os objectivos da FAP, minimize eventuais alterações no Sistema VTS.

Cláusula Quinta

Manutenção e garantia

1. Com excepção dos equipamentos da FAP identificados no número dois da cláusula sexta, a manutenção e garantia dos equipamentos a instalar será, nos cinco primeiros anos de exploração do sistema, da exclusiva responsabilidade do IPTM, I.P., conforme previsto nas condições contratuais de garantia do Sistema VTS.
2. Para os anos subsequentes ao final da garantia, as partes comprometem-se a cooperar de forma a utilizar sinergias disponíveis nas duas entidades, para a realização das tarefas de manutenção.

3. Todos os assuntos relativos à manutenção dos equipamentos, incluindo os horários e condições de acesso às infra-estruturas, serão coordenados directamente entre a Direcção de Electrotecnia do CLAFA e a Direcção de Segurança Marítima do IPTM, I.P..

Cláusula Sexta

Facilidades a disponibilizar

1. A FAP disponibilizará as facilidades disponíveis nas suas instalações onde serão instaladas as infra-estruturas e equipamentos do Sistema VTS que se encontram discriminadas no Anexo B.

2. O IPTM, I.P. avaliará a possibilidade de instalação de equipamentos da FAP nas infra-estruturas do Sistema VTS, com base nos requisitos técnicos e operacionais a fornecer pela FAP.

Cláusula Sétima

Contrapartidas

1. Como contrapartida pela utilização acordada no âmbito do presente protocolo, o IPTM, I.P. entregará à FAP, sem montagem, 5 unidades de transponders AIS para plataformas aéreas, marca SAAB, modelo R4A, e suportará os custos com a beneficiação das instalações da FAP onde serão instalados os equipamentos do Sistema VTS, bem como os custos de modernização do Sistema de Comunicações da FAP.

2. A descrição técnica dos transponders AIS e as intervenções a efectuar pelo IPTM, I.P. no âmbito do ponto 1, estão descriminadas no Anexo C, Anexo D e Anexo E.

3. Os equipamentos e intervenções identificadas nos números anteriores serão executados durante o período de instalação do Sistema VTS.

Cláusula Oitava

Cessão da posição do IPTM, I.P.

1. A posição assumida pelo IPTM, I.P. no presente protocolo será transmitida a qualquer entidade, pública ou privada, que venha a suceder nas suas competências relativas à gestão do Sistema VTS.

2. Tal transmissão operará automaticamente, devendo ser formalmente comunicada à FAP no mais curto espaço de tempo.

Cláusula Nona

Resolução de conflitos

1. Quaisquer conflitos emergentes entre a FAP e o IPTM, I.P. resultantes de divergências relativas, designadamente, à vigência, validade, interpretação ou execução do presente protocolo, serão dirimidos exclusivamente por decisão conjunta do responsável máximo do IPTM, I.P. e do Chefe do Estado-Maior da Força Aérea.

2. Caso não seja possível chegar a acordo no prazo de 30 dias úteis, as partes submeterão o litígio à consideração das respectivas tutelas sectoriais, para efeitos de resolução definitiva.

Cláusula Décima

Alterações

O presente protocolo pode ser alterado por vontade expressa de ambas as partes através de aditamento que, depois de assinado, será junto ao presente protocolo, dele passando a constituir parte integrante.

Cláusula Décima Primeira

Entrada em vigor e vigência

1. O presente protocolo entra em vigor no dia da sua assinatura e vigorará enquanto se mantiver a necessidade de utilização das infra-estruturas da FAP para os fins definidos no presente protocolo.

2. Cessando a vigência deste protocolo, o IPTM, I.P. deverá retirar os equipamentos de utilização exclusiva do Sistema VTS e entregar à FAP as infra-estruturas que esteja a utilizar, ainda que tenham sido por si construídas, no prazo máximo de seis meses.

Celebrado em Lisboa, aos 20 dias do mês de Setembro do ano de 2007, em dois originais, ficando um exemplar na posse de cada uma das partes subscritoras, composto por 6 páginas e cinco anexos (A,B,C,D,E).

A Presidente do Conselho Directivo do IPTM	O Comandante do Comando Logístico e Administrativo da Força Aérea
Engª Natércia Magalhães Cabral	Tenente-General José Maria Pessoa