

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC JOSÉ AUGUSTO SILVA FERREIRA

O EMPREGO DA TECNOLOGIA COMERCIAL PARA AUMENTAR A CAPILARIDADE  
DO SISTEMA NAVAL DE COMANDO E CONTROLE

Rio de Janeiro

2009

CC JOSÉ AUGUSTO SILVA FERREIRA

O EMPREGO DA TECNOLOGIA COMERCIAL PARA AUMENTAR A CAPILARIDADE  
DO SISTEMA NAVAL DE COMANDO E CONTROLE

Monografia apresentada à Escola de Guerra  
Naval, como requisito parcial para a conclusão do  
Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores.

Orientador: CF Alberto José Pinheiro de Carvalho

Rio de Janeiro  
Escola de Guerra Naval  
2009

## RESUMO

O eficiente emprego das forças navais requer um constante fluxo vertical e horizontal de informações e ordens, que fluam através do Sistema Naval de Comando e Controle, desde os altos escalões até o mais baixo nível da cadeia de comando. O contexto atual da guerra centrada em redes, desdobramento militar do desenvolvimento da Tecnologia da Informação, confere papel de destaque à capacidade de uma força manter adequado fluxo de comunicação que permita o compartilhamento de informações entre todos os níveis decisórios. A pesquisa bibliográfico-digital focada nos exemplos de sucesso na utilização dos equipamentos do tipo *Comercial Off-The-Shelf (COTS)* na Marinha do Brasil (MB) ou no mundo corporativo; nas *expertises* adquiridas com o emprego de tecnologia e serviços comerciais em projetos da própria MB ou da iniciativa privada; e a análise das vantagens, desvantagens, oportunidades e ameaças qualificam os equipamentos COTS a tomarem parte de um projeto de sistema de comando e controle que possa ser instalado em qualquer unidade naval, independente do porte. O sistema, assim concebido, tem real possibilidade de proporcionar a tempestividade, a integração e a seletividade de informações a cada unidade de combate posta no espaço de batalha e cumprir, dessa forma, os requisitos da mais moderna maneira de conduzir os conflitos. Mais que isso, o emprego dos componentes COTS, em qualquer sistema, representa redução de tempo e de custos de desenvolvimento, aumento de interoperabilidade e de praticidade, sendo uma tendência seguida por diversas forças armadas. No Brasil, especialmente, significa um alinhamento à orientação política do atual Ministro da Defesa de que não se deve gastar tempo ou recursos com tecnologias já disponíveis no mercado internacional.

**Palavras-chave:** Comando e Controle. Capilaridade. Componentes COTS. Equipamentos comerciais. Guerra Centrada em Redes.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIS	<i>Automatic Identification System</i>
ARA	Armada da República Argentina
C <sup>2</sup>	Comando e Controle
C <sup>3</sup>	Comando, Controle e Comunicações
C <sup>3</sup> I	Comando, Controle, Comunicações e Inteligência
CASOP	Centro de Análise de Sistemas Operativos da Esquadra
CASNAV	Centro de Análise de Sistemas Navais
CISTED	Comissão para Implantação do Sistema Tático de Enlace de Dados
ComDiv-1	Comando da 1ª Divisão da Esquadra
COMTOM	Comandante do Teatro de Operações Marítimas
COSERN	Concessionária de Energia Elétrica do Rio Grande do Norte
COTS	<i>Commercial Off-The-Shelf</i>
DoD	<i>Department of Defense</i> (EUA)
EB	Exército Brasileiro
EMBRAER	Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
FCN	Fragatas Classe Niterói
FFAA	Forças Armadas
GCR	Guerra Centrada em Redes
GSM	<i>Global System for Mobile Communication</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HF	<i>High Frequency</i>
IPqM	Instituto de Pesquisas da Marinha
LCD	<i>Liquid Cristal Display</i>
MB	Marinha do Brasil
MEMS	<i>Micro Eletro-Mecanical System</i>
MIL-SPEC	<i>Military Specifications</i>
MODEM	<i>Modulator/Demodulator</i>
MODFRAG	Modernização das Fragatas Classe Niterói
OM	Organização Militar

OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
RECIM	Rede de Comunicações Integradas da Marinha
RTD	Rede Tática de Dados
SAETE	Sistema de Avaliação de Exercícios Táticos da Esquadra
SICONTA	Sistema de Controle Tático
SIPAM	Sistema de Proteção da Amazônia
SISCOMIS	Sistema de Comunicações Militares por Satélite
SISNC <sup>2</sup>	Sistema Naval de Comando e Controle
SISMC <sup>2</sup>	Sistema Militar de Comando e Controle
TDMA	<i>Time Division Multiple Access</i>
TED	Terminal de Enlace de Dados
TI	Tecnologia da Informação
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
USCG	<i>United States Coast Guard</i>
USN	<i>United States Navy</i>
URSP	<i>Universal Software Radio Peripheral</i>
VHF	<i>Very High Frequency</i>
VMS	<i>Vessel Monitoring System</i>
WiMAX	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i>
SECOS	<i>Secure ECCM Communication System</i>
SISTED	Sistema Tático de Enlace de Dados

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Estrutura de funcionamento do SISCOMIS em 2009 .....	40
Figura 2	- A rede SISCOMIS .....	40
Figura 3	- Estação Fixa do SISCOMIS .....	41
Figura 4	- Estação Tática Terrestre do SISCOMIS .....	41
Figura 5	- Cobertura geográfica do SISCOMIS e operações realizadas .....	42
Figura 6	- Interface da Rede Tática de Dados (RTD) com o usuário .....	42
Figura 7	- Diagrama em blocos da RTD .....	43
Figura 8	- Enlace RTD .....	43
Figura 9	- Diagrama de funcionamento do sistema de rastreamento de veículos ..	43
Figura 10	- Sistema de monitoramento e controle de estações elétricas móveis .....	44
Figura 11	- Interface gráfica do AIS com o usuário .....	44
Figura 12	- Esquema de funcionamento do VMS no Golfo do México .....	45
Figura 13	- Rede do SISTED .....	45
Figura 14	- Link BR1 .....	46
Figura 15	- Link BR2 integrado ao BR1 .....	46
Figuras 16	- Montagem de uma rede GSM própria .....	47
Figuras 17	- Diagrama de enlace de dados .....	47
Figuras 18	- Fluxo de informações do enlace de dados táticos .....	48

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>CONCEITOS BÁSICOS DE COMANDO E CONTROLE</b> .....	<b>10</b>
2.1	A guerra na Era da Informação .....	10
2.2	Definição de Comando e Controle .....	11
2.3	O Sistema Naval de Comando e Controle .....	12
2.4	O Sistema de Comunicações Militares por Satélite .....	13
<b>3</b>	<b>O EMPREGO DE TECNOLOGIA DUAL E DA FILOSOFIA COTS NA MB</b> .....	<b>14</b>
3.1	A diferença entre tecnologia dual e da filosofia COTS .....	14
3.2	Os equipamentos e sistemas embarcados .....	15
3.2.1	A Rede Tática de Dados.....	15
3.2.2	Equipamentos comerciais de comunicações por satélite .....	16
3.2.3	SICONTA .....	17
<b>4</b>	<b>AS ALTERNATIVAS COTS PARA OS SISTEMAS DE COMANDO E CONTROLE</b> .....	<b>19</b>
4.1	O controle das frotas de logística terrestre .....	19
4.2	O controle de estações móveis de companhias de eletricidade .....	20
4.3	O Sistema de Identificação Automática e os Sistemas de Monitoramento de Embarcações .....	21
4.4	O Sistema Tático de Enlace de Dados .....	22
4.5	Uma alternativa COTS para Navios de Qualquer Porte .....	25
4.6	A análise SWOT .....	26
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>28</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>30</b>
	<b>GLOSSÁRIO</b> .....	<b>33</b>

<b>APÊNDICE A – As novas Tecnologias de Telecomunicações e Redes Sem Fio .....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO A – Ilustrações.....</b>	<b>40</b>



# 1 INTRODUÇÃO

O eficiente emprego de forças militares requer um constante fluxo vertical e horizontal de informações e ordens que possibilitam ao Comandante Militar dirigir e controlar sua unidade, ou as várias unidades sob sua responsabilidade, na busca de um propósito estabelecido. Ao “conjunto de instalações, equipamentos, comunicações, doutrina, procedimentos e pessoal essenciais<sup>1</sup>” ao correto funcionamento desse fluxo denomina-se Sistema de Comando e Controle (BRASIL, 2001). Mais especificamente, quando se trata do emprego das unidades navais, aeronavais e de fuzileiros navais da Marinha do Brasil (MB) essa estrutura envolve o Sistema Naval de Comando e Controle (SISNC<sup>2</sup>).

A partir dos resultados obtidos na pesquisa bibliográfico-digital e na pesquisa descritiva, o presente trabalho objetiva analisar como a utilização dos equipamentos Comercial Off-The-Shelf (COTS) de telecomunicações e informática pode ampliar a capacidade de transmissão de voz e dados entre os diversos níveis de decisão do SISNC<sup>2</sup> e promover um aumento de sua capilaridade<sup>2</sup>.

Dentro desse extenso objeto de análise, procurar-se-á focar a dimensão tecnológica dos sistemas de comunicação de navios de guerra, ou seja, os *software* e *hardwares* que processam e transmitem toda informação gerada. Para tornar acessível o conteúdo, mesmo para aqueles que nunca travaram qualquer contato com a terminologia atinente esse campo de estudo militar, no primeiro capítulo é realizada uma síntese dos conceitos fundamentais necessários para compreensão esquemática do SISNC<sup>2</sup>. Aborda-se como a Era da Informação tem influenciado a utilização dos recursos de Tecnologia da Informação (TI) e sua relação com a formulação do conceito da Guerra Centrada em Redes. São analisados quais os impactos que essa nova visão tem na concepção dos requisitos dos equipamentos de comunicações e sistemas informatizados.

O escopo do segundo capítulo é a apresentação dos equipamentos comerciais e de tecnologia dual que já fazem parte do SISNC<sup>2</sup> e qual seu grau de integração aos sistemas militarizados originais das plataformas onde estão instalados.

No terceiro capítulo, são abordados exemplos que o mundo corporativo encontrou para uma melhora no monitoramento de estações móveis de suas empresas, objetivando

---

<sup>1</sup> BRASIL, 2001, p. 15.

<sup>2</sup> Na física, chama-se capilaridade à propriedade dos fluidos de subir ou descer em tubos muito finos. Em um sistema de comando e controle, o efeito de capilaridade significa manter um fluxo vertical de dados desde o mais alto escalão e as menores frações de uma força ou grupamento militar.

redução de custos, aumento de confiabilidade de seus sistemas ou aumento de segurança. Na sequência. São analisadas as alternativas para uma maior integração das informações obtidas nos mais baixos níveis da cadeia de Comando e Controle (C<sup>2</sup>) da MB, independentemente do segmento de comunicações disponível. Procurando tornar tangíveis as vantagens, as desvantagens, as oportunidades e as ameaças decorrentes das possibilidades apresentadas, foi realizada uma análise SWOT do emprego de recursos genuinamente comerciais em plataformas militares. Como uma ilustração, apresenta-se de um anteprojeto de C<sup>2</sup> idealizado para um Navio-Patrolha.

Em complemento ao texto, para facilitar o entendimento, apresenta-se no APÊNDICE A um resumo explicativo das mais recentes tecnologias de telecomunicações.

A relevância da pesquisa consiste na oportunidade de ampliação do conhecimento sobre a disponibilidade de equipamentos comerciais adequados à integração aos Sistemas de C<sup>2</sup> dos navios da MB e uma melhor compreensão da possibilidade dos equipamentos COTS atenderem as demandas do SISNC<sup>2</sup>.

## 2 CONCEITOS BÁSICOS DE COMANDO E CONTROLE

Para os membros das Forças Armadas (FFAA) o termo Comando e Controle é, em diferentes graus, usual no desenrolar de suas tarefas cotidianas. Os gerentes de alto escalão de grandes corporações, que lidam com sofisticada estrutura de TI, também podem intuir o significado da maioria dos termos aplicados no trato com o tema em lide. Contudo, para tornar toda a semântica envolvida acessível aos leigos no assunto, faz-se mister apresentar as definições básicas que nortearão o desenvolvimento do presente trabalho.

### 2.1 A guerra na Era da Informação<sup>3</sup>

Antes de iniciar o estudo do tema, faz-se necessário abordar o contexto da Guerra Centrada em Redes (GCR), conceito que permeia todas as atuais discussões sobre C<sup>2</sup>.

A guerra tem as características de cada época. As ferramentas e táticas sempre evoluíram em consonância com o conhecimento e a tecnologia disponíveis.[...]. A Guerra da Era da Informação irá embutir as características que distinguem esta época que estamos vivendo das anteriores. Características estas que afetam os meios carreados para o espaço de batalha, bem como o ambiente no qual o conflito ocorre. Um fato que oferece diferença fundamental, sendo portador de futuro, mostra que os maiores desenvolvimentos em Tecnologia da Informação [...] estão sendo realizados por empresas do meio civil, não necessariamente apoiadas por pesquisas militares, ou seja, o avanço tecnológico está ocorrendo sem a necessidade de guerras que o impulsionem. (BOTELHO, 2004, p. 88)

Nota-se, portanto, que a diminuição das barreiras do tempo e do espaço e a inversão nas iniciativas no desenvolvimento de TI, características da Era da Informação, representam as variáveis ambientais que influenciam atualmente a montagem do arcabouço da ciência da guerra e, mais especificamente, dos novos projetos de sistemas de C<sup>2</sup>.

A GCR, “concebida pelos norte-americanos, inspirada nas técnicas de fazer negócios pelos conglomerados econômicos<sup>4</sup>” e com intensivo uso de TI, materializa uma marcante alteração na doutrina de emprego das FFAA estadunidenses. Essa nova visão de emprego da força foi apresentada ao mundo durante a Guerra do Golfo (1991). A ideia central é a integração das informações coletadas por cada unidade de combate numa rede de comunicações ininterruptas, rápidas e confiáveis (BOTELHO, 2004). No entendimento de

---

<sup>3</sup> De acordo com Nehmy e Paim (2002), não existe consenso sobre a definição dessa fase da sociedade internacional, contudo as diversas teorias, analisadas pelas duas autoras giram em torno de uma mesma essência: a tecnologia da informação e das linguagens subjacentes. Para o presente trabalho será adotada que a Era da Informação representa o período, iniciado no final do último milênio, que se caracteriza pela proliferação de tecnologias da informação e da comunicação que permitem superar as barreiras de tempo e espaço como eram anteriormente percebidas.

<sup>4</sup> VIVEIROS, 2007, p. 23.

Alberts, Garstka e Stein (1999, p. 2, *apud* VIVEIROS, 2007, p. 23), a GCR é definida como:

[...] um conceito de operação baseado na superioridade de informação que gera aumento no poder combatente pelo uso do conjunto de sensores, decisores e executores visando obter conhecimento compartilhado, aumento da velocidade de comando, tempestividade das ações, maior letalidade, aumento da sobrevivência e certo grau de auto-sincronização.

Mais que isso, o ritmo de ações alcançado por aquele que possui superioridade de informação, e as emprega corretamente em seu favor, interfere com o ciclo decisório do seu oponente em tamanha intensidade, que outras ações que viriam a ser empreendidas por seu inimigo nem sequer são iniciadas (BOTELHO, 2004).

Contudo a GCR não é a panacéia para todos os problemas da estratégia operacional. A dimensão humana da guerra continua a ser uma variável fundamental na resolução do problema militar. A tecnologia intensiva ainda não foi capaz de eliminar as incertezas e as lacunas de conhecimento inerentes aos conflitos. Os problemas encontrados pelas FFAA dos EUA, na condução das recentes operações baseadas no conceito de GCR, alarmam para as novas mazelas trazidas no bojo dessa nova forma de pensar os conflitos armados. Mais que isso, demonstram a perenidade da importância da atuação da arte do Comando em meio à névoa do combate (VIVEIROS, 2007). Wallace (2005, p. 4, *apud* VIVEIROS, 2007, p. 25) identificou 5 importantes efeitos negativos da GCR: sobrecarga de informações; obscurecimento de informações importantes por um acúmulo de dados triviais; interferência demasiada dos comandos superiores nos escalões subordinados; supervalorização da ciência; e frequente ignorância do papel do comandante.

Portanto, é um erro considerar que todo aparato tecnológico seja o cerne da nova doutrina de guerra. Na verdade, o elemento chave da GCR é intangível: o conhecimento (BOTELHO, 2004). Desenvolver a capacidade de processar em tempo real (tempestividade) e compartilhar (integração) as informações essenciais (seletividade) ao exercício do Comando será o desafio imposto aos projetos de  $C^2$  do presente e do futuro.

## 2.2 Definição de Comando e Controle

Fazendo uma analogia ao corpo humano, podemos dizer que o “comando e controle é o sistema nervoso que coordena os músculos do sistema de segurança nacional”(COAKLEY, 1992, p. 8, tradução nossa). Essa comparação não permite uma materialização dos elementos constitutivos do  $C^2$ , mas, desde já, estabelece o grau de importância que deve ser dado a esse campo de estudo da arte militar. Thomas P. Coakley

(1992) considera que a clara definição de  $C^2$  seja uma dos pontos de maior dificuldade na condução de uma análise sobre esse tópico. Usando suas palavras: “o termo pode significar quase tudo entre computadores militares e a arte do Comando: qualquer coisa que o especialista queira que signifique” (COAKLEY, 1992, p. 9, tradução nossa). Mesmo assim, nota-se uma extrema convergência entre o conceito do Departamento de Defesa dos EUA<sup>5</sup>, adotado por aquele autor, e o preconizado na Política para Sistema Militar de Comando e Controle emitida pelo Ministério da Defesa brasileiro em 2001:

Entende-se por Sistema de Comando e Controle o conjunto de instalações, equipamentos, comunicações, doutrina, procedimentos e pessoal essenciais para o Comandante planejar, dirigir e controlar as ações de sua organização, para que se atinja uma determinada finalidade (BRASIL, 2001, p. 13).

Identificam-se nessa definição três dimensões principais: tecnologia, doutrina e pessoal, que não possuem qualquer prioridade entre si. Dentro de uma abordagem holística do  $C^2$ , seria necessária apropriada atenção a cada uma dessas dimensões para a condução de uma análise completa (COAKLEY, 1992). Contudo, mantendo-se fidelidade ao propósito da pesquisa, que está centrado na aplicabilidade da tecnologia COTS na estrutura de  $C^2$ , e partindo-se da definição apresentada, realizar-se-á uma abordagem restrita à dimensão tecnológica.

### 2.3 O Sistema Naval de Comando e Controle

Como um colorário da definição adotada, pode-se afirmar que a estrutura de comando e controle da Marinha do Brasil é “o conjunto de instalações, equipamentos, comunicações, doutrina, procedimentos e pessoal essenciais para o Comandante planejar, dirigir e controlar as ações de” uma força naval no cumprimento de uma missão (BRASIL, 2001, p. 13). Esse conjunto está inserido numa rede organizacional maior, denominada Sistema Militar de Comando e Controle, que, por sua vez, está estratificado em quatro níveis de decisão: político, estratégico, operacional e tático. O COMTOM<sup>6</sup> tem sob seu controle os níveis tático e operacional e trata diretamente com o nível estratégico (BRASIL, 2005). Portanto, o sistema de  $C^2$  posto à sua disposição, o SISNC<sup>2</sup>, deve permitir um fluxo contínuo de informações entre ele e os três níveis decisórios com os quais interage.

Para otimizar esse fluxo de informações, foi projetado e desenvolvido um

---

<sup>5</sup> “[...] o arranjo de pessoal, equipamentos, comunicações, facilidades e procedimentos empregados por um comandante no planejamento, direção, coordenação e controle de suas forças e operações no cumprimento da missão. (COAKLEY, 1992, p. 17, tradução nossa)”

<sup>6</sup> Comandante de Operações Navais. Autoridade de maior escalão do SISNC<sup>2</sup> (BRASIL, 2005).

complexo *software*, com capacidade de apresentar graficamente os cenários de guerra e o posicionamento das plataformas amigas, desconhecidas e inimigas dentro de Teatro de Operações (TO). Além disso, utilizando criptografia desenvolvida pelo Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), o *software* do SISNC2 é capaz de estabelecer comunicações seguras entre os centros componentes da rede, tramitando automaticamente dados entre os níveis operacional e estratégico e com a parcela do nível tático capaz de conectar-se à rede estabelecida (FÉLIX, 2008).

A interligação é realizada por meio da Rede de Comunicações Integradas da Marinha<sup>7</sup> (RECIM) e do Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS). Pode-se ainda estabelecer o enlace, com restrições de velocidade ou de segurança das comunicações, utilizando equipamentos comerciais de comunicações por satélite e, quando não há nenhum dos meios anteriores, por um conjunto *modem*-rádio que trabalha na faixa de alta frequência (HF<sup>8</sup>).

O aumento da capacidade dos navios de qualquer porte se interligarem a essa rede, com maiores velocidades, com criptografia desenvolvida especificamente para a MB e com as menores restrições possíveis, valendo-se de recursos comerciais disponíveis, representará um desejável efeito de capilaridade do SISNC<sup>2</sup>.

#### 2.4 O Sistema de Comunicações Militares por Satélite

O Sistema de Comunicações Militares por Satélite foi o meio criado, inicialmente, para permitir plena interligação entre os centros de C<sup>2</sup> das FA e o Estado-Maior de Defesa, provendo enlaces confiáveis e seguros. Fisicamente, o SISCOMIS é composto por um conjunto de estações fixas, estabelecidas em centros urbanos, e estações móveis, que são instaladas em navios ou em plataformas sobre rodas para que tenham a necessária mobilidade para acompanhar o deslocamento de tropas ou de estabelecimento de centros de controle da Força Aérea em bases aéreas avançadas (VIVEIROS, 2007). As figuras de 1 a 5 ilustram a rede estabelecida, os aspectos físicos das estações e a cobertura geográfica do sistema.

---

<sup>7</sup> A RECIM é a rede do serviço de comunicações das unidades de terra da MB, que interliga as estações terrestres fixas e navios atracados, por meio de linhas físicas ou enlaces de microondas (FÉLIX, 2008).

<sup>8</sup> Faixa de frequência utilizada para comunicações a longa distância (além do horizonte).

### 3 O EMPREGO DE TECNOLOGIA DUAL E DA FILOSOFIA COTS NA MB

Objetivando demonstrar que o emprego de equipamentos comerciais nos sistemas de combate dos navios da MB não se trata de uma novidade, apresentar-se-á, neste capítulo, os equipamentos e sistemas em pleno funcionamento em diversas unidades navais e os exemplos de sucesso derivados desses empreendimentos.

#### 3.1 A diferença entre tecnologia dual e da filosofia COTS

É importante estabelecer a fronteira entre os dois tipos de aplicação de materiais comerciais como componentes de dispositivos militares: a tecnologia dual e os equipamentos COTS.

Dois aspectos são relevantes para o perfeito entendimento da diferenciação entre tecnologia de uso dual e produtos COTS. O primeiro diz respeito à utilização de componentes comerciais em equipamentos militares visando à redução de custos e fomento tecnológico-industrial, que constituem um dos pilares da tecnologia dual norte-americana[...]. Outro aspecto relevante é que alguns produtos COTS são derivados dessa tecnologia dual, onde a interoperabilidade de *softwares* e *hardwares* de diferentes fabricantes representava uma peça chave na implementação da política dual do DoD. (EUA, 1995a, p. 19 *apud* FÉLIX, 2008, p. 14).

Um expressivo exemplo de desenvolvimento de tecnologia dual vem dos incentivos fornecidos pelo Departamento de Defesa dos EUA (DoD), na década de 1990<sup>9</sup>, à indústria de seu país. Tais subsídios permitiram a existência de componentes e equipamentos eletrônicos que hoje fazem parte, ao mesmo tempo, do cotidiano do cidadão comum e dos dispositivos de modernos armamentos e plataformas militares estadunidenses, que foram os fatores geradores de necessidade da invenção de tais componentes. Dentro de uma extensa lista que substanciam a assertiva, citam-se: as telas planas de cristal líquido (LCD), idealizadas para operação no deserto sob forte incidência de raios solares; os microsistemas eletromecânicos (MEMS), utilizados em sensores inerciais dos sistemas de navegação inercial para guiagem de mísseis, e que no setor automobilístico são aplicados nos air-bags; as comunicações sem fio (wireless) entre computadores, que hoje permeiam quase todos os ambientes corporativos e muitas das residências, são fruto de necessidades C<sup>2</sup> estabelecidas pelo DoD; e os sistemas de armazenamento de dados de alta densidade, que tiveram sua rápida evolução ligada à necessidade de análise e recuperação de mapas, imagens e dados de posicionamento de alvos requerida pelos serviços de inteligência (FÉLIX, 2008).

---

<sup>9</sup> FÉLIX, 2008, p. 34.

Em síntese, a evolução da tecnologia dual nos EUA foi baseada em pesados investimentos em áreas que a iniciativa privada, inicialmente, não teria interesse comercial em fazê-lo, por pouca aplicabilidade, ou mesmo, por acirrada concorrência instalada. No caso do Brasil, com um orçamento de defesa cerca de 40 vezes menor<sup>10</sup> que o dos EUA, a pouca disponibilidade de recursos não nos permite lançar mão desse tipo de tecnologia em tamanha intensidade. Contudo, uma pesquisa acurada sobre o tema poderia encontrar pequenos nichos, onde tal política de investimentos possa render frutos à indústria bélica nacional.

O conceito de COTS é muito mais simples. Consiste, em termos práticos, na tradução quase literal da sigla *Commercial Off-The-Shelf*<sup>11</sup>. São os equipamentos, normalmente da área da tecnologia de informação, prontos para serem fornecidos ou licenciados, sem qualquer envolvimento do comprador no seu projeto ou desenvolvimento. Esses equipamentos ou programas podem oferecer soluções independentes ou integradas a sistemas maiores (SOUSA; ALENCAR; CASTRO, 2004).

A presente análise objetiva, examinar justamente, as vantagens, desvantagens, oportunidades e ameaças da integração dos produtos COTS aos sistemas de C<sup>2</sup> dos navios e a sua interoperabilidade com o SISNC<sup>2</sup>.

### 3.2 Os equipamentos e sistemas embarcados

Tomando como referência principal o trabalho de Félix (2008) e anexando desenvolvimentos posteriores, em grande medida, acompanhados pelo autor, apresentar-se-á a relação dos principais equipamentos COTS embarcados nos navios da MB.

#### 3.2.1 A Rede Tática de Dados

A Rede Tática de Dados (RTD) é um sistema de comunicações que tem funcionalidade muito parecida com um programa de *chat* utilizado na internet. O sistema, baseado em *software* e *modem* empregados por radioamadores, foi idealizado com o propósito de “reduzir o intenso tráfego de voz em determinadas redes táticas, bem como a indiscrição eletromagnética, foi desenvolvida a RTD” (FÉLIX; PINHEIRO; SANTOS, 2006).

Desde seu desenvolvimento inicial, o sistema sofreu várias modificações tanto de *software* como de *hardware*. Hoje, a RTD está interligada a uma interface gráfica, o

<sup>10</sup> CASTRO e CARVALHO, 2009.

<sup>11</sup> Comercial na prateleira (GALANTE, 2007).



SAETE<sup>12</sup>, ao GPS<sup>13</sup>, permitindo o acompanhamento geográfico dos navios de uma força. A *posteriori*, uma evolução de *software* possibilitou conectar a RTD a uma grande gama de equipamentos de comunicação, inclusive via SISCOMIS<sup>14</sup>, ampliando-se sua abrangência e abrindo-se novas possibilidades de emprego em níveis de decisão acima do nível tático, através de uma interface com o *software* do SISNC<sup>2</sup>.

As ilustrações das funcionalidades da RTD estão nas figuras 6 a 8.

### 3.2.2 Equipamentos comerciais de comunicações por satélite

A bordo dos navios da MB, é comum encontrar equipamentos comerciais de comunicações por satélite das mais variadas marcas e modelos<sup>15</sup>. O emprego desses equipamentos está relacionado com assuntos administrativos ou operativos que não careçam de classificação sigilosa. Os recursos disponíveis nesses equipamentos vão desde o simples serviço de comunicações por voz<sup>16</sup> até o acesso sem fio à internet, com conexão de banda larga em qualquer ponto do globo terrestre<sup>17</sup>.

Essas facilidades representam importantes recursos de comunicações em operações ostensivas reais ou de adestramento. Para materializar as potencialidades desses recursos, cita-se o seu emprego durante uma operação conjunta entre a MB, a Marinha dos EUA (USN) e a Armada Argentina (ARA), realizada na costa do Rio de Janeiro em 2008, a Operação UNITAS XLIX. Naquela ocasião, os navios das três marinhas foram divididos em dois países fictícios com missões antagônicas, envolvidos num cenário cujo tema principal girava em torno da chegada de um carregamento de materiais necessários para a montagem de uma fábrica de armas químicas no porto fictício de Carioca. Um país tentava garantir a chegada dos suprimentos transportados por navios da MB e da USN, que simulavam ser navios mercantes, enquanto o outro país, a todo custo, e sob a égide dos organismos internacionais, tentava impedi-la<sup>18</sup>. (BRASIL, 2008a). Como num jogo, havia um grupo

<sup>12</sup> Sistema de Avaliação de Exercícios Táticos da Esquadra.

<sup>13</sup> *Global Positioning System*, Sistema de Posicionamento Global, tradução nossa.

<sup>14</sup> A integração da RTD ao SISCOMIS e a equipamentos de comunicações capazes de estabelecer redes a partir do protocolo TCP/IP, ocorreu quando o autor ocupava a função de Encarregado da Seção de Inteligência e Operações do Comando da Primeira Divisão da Esquadra, Organização Militar que tem liderado o desenvolvimento desse sistema desde a sua concepção.

<sup>15</sup> [http://www.dctim.mb/dctim10/om\\_comunicacao\\_satelite.pdf](http://www.dctim.mb/dctim10/om_comunicacao_satelite.pdf).

<sup>16</sup> <http://www.iridium.com/products/product.php?linx=0006&cat=Marine%20Equipment>.

<sup>17</sup> *Idem*.

<sup>18</sup> O autor participou diretamente da montagem do cenário, do planejamento, da arbitragem e da avaliação da operação em lide quando ocupava a função de Encarregado da Seção de Inteligência e Operações do Comando da Primeira Divisão da Esquadra.

encarregado de dirigir todas as ações dos navios mercantes simulados e de arbitrar todas as interações entre navios dos países em litígio.

Essas tarefas do grupo de arbitragem e controle envolveram o envio de 128 e o recebimento de 384 mensagens longas com instruções detalhadas para cada unidade do jogo, durante os três dias de exercício. Todas foram tramitadas entre os centros de C<sup>2</sup>, por meio de equipamentos satélites comerciais da ARA e da MB e o sistema militarizado da USN. Dadas as condições meteorológicas apresentadas e o baixo rendimento de alguns navios nas comunicações rádio na faixa de frequência HF, não teriam sido atingidos o grau de realismo e a dinâmica desejada na condução do exercício, sem a utilização dos Iridium SC4000 da ARA e da MB e dos INMARSAT FleetBroadBand FBB-250 da MB (BRASIL, 2008b).

O caso relatado tratava de uma operação de treinamento, sem qualquer grau de sigilo. Contudo, o desenvolvimento de uma interface que, ao mesmo tempo, criptografe as mensagens tramitadas nesses equipamentos e as formate, de maneira a servirem com fonte automática de dados a sistemas de maior capacidade, pode incrementar o grau de segurança desses recursos, permitindo sua utilização em qualquer tipo de operação.

### 3.2.3 SICONTA

Dentro de um navio de guerra, do porte igual ou superior a navios escoltas<sup>19</sup>, normalmente existe um Sistema de Dados Táticos de Combate (SDTC) que é a ferramenta de C<sup>2</sup> utilizada pelo Comandante para dirigir e controlar a execução das tarefas atribuídas à sua unidade num cenário de combate. O SDTC é o responsável pelo processamento dos dados recebidos dos sensores<sup>20</sup>, pela apresentação gráfica das informações, pelo controle do armamento do navio e pela troca de informações com outras unidades da força naval através de link de dados táticos.

Todos os SDTC existentes na MB, até a década de 90, eram de origem inglesa e tinham seu desenvolvimento baseados em soluções proprietárias, normalmente conhecidas como MIL-SPEC (GALANTE, 2007). O projeto de modernização das Fragatas Classe Niterói (MODFRAG), formalizado nessa mesma década, deu ensejo a um grande desafio: acabar com a dependência estrangeira na aquisição e manutenção do sistema de combate daquela classe

---

<sup>19</sup> Na MB existem 3 classes de navios que se enquadram nessa descrição: as Corvetas Classe Inhaúma, Fragatas Classe Niterói e Fragatas Classe Greenhalgh. Disponível em: < [https://www.mar.mil.br/menu\\_h/navios/menu\\_navios\\_mb.htm](https://www.mar.mil.br/menu_h/navios/menu_navios_mb.htm)>. Acesso em: 02 jul. 2009.

<sup>20</sup> Radares, sonar e sensores óticos.

de navio, produzindo no Brasil um substituto para o CAAIS 400, o seu sistema original.

Acompanhando a tendência que tomou vulto também nessa mesma década, e objetivando redução de custo e do tempo de desenvolvimento, foi decidido que o novo SDTC, denominado SICONTA Mk.2, seria baseado em componentes COTS. Assim, o *mainframe* MIL-SPEC, responsável por todo o processamento de dados e cálculos matemáticos, foi substituído por uma rede de microcomputadores interligados numa rede *ethernet*<sup>21</sup>. Os terminais “burros” foram trocados por consoles táticos e de controle de armas com capacidade de processamento independente (GALANTE, 2007).

A maior dificuldade do projeto residia no fato de que no escopo da MODFRAG constava a substituição de quase todos os armamentos e sensores do navio. Isto, na prática, significava o desafio adicional de integrar ao SDTC sensores e armas das mais diversas origens (PILLA, 2002 *apud* FÉLIX, 2008). Mas o SICONTA conseguiu superar todos os obstáculos e substituiu o seu antecessor, realizando as mesmas tarefas com a vantagem de introduzir diversas modificações e aperfeiçoamentos decorrentes da prática operacional acumulada (GALANTE, 2007). A concretização desse projeto representa, portanto, um digno exemplo de sucesso de *hardware e software* comerciais integrados a sistemas militarizados.

---

<sup>21</sup> *Ethernet* é uma tecnologia de interconexão para redes locais de computadores portáteis (PC) mais utilizada no mundo. É baseada no envio de pacotes e define cabeamento, sinais elétricos e protocolos de comunicação. Disponível em: <<http://pt.wikipe dia.org/wiki/Ethernet>>. Acesso em: 03 jul. 2009.

## 4 AS ALTERNATIVAS COTS PARA OS SISTEMAS DE COMANDO E CONTROLE

Tradicionalmente, inovações e avanços resultantes de emprego militar eram, posteriormente, aplicados em outras atividades da vida cotidiana do homem. Entretanto, nos dias de hoje, algumas iniciativas no âmbito comercial, notadamente na área da TI, estão sendo seguidas por forças armadas, repercutindo na evolução da organização e da doutrina. (VIVEIROS, 2007, p. 23).

Até este ponto do trabalho, procurou-se ambientar o leitor, apresentando-se os conceitos básicos de Comando e Controle; o contexto doutrinário da GCR, que representa uma exigência de integração de informações de todas as fontes disponíveis; e os exemplos bem sucedidos de emprego de equipamentos COTS na MB. Poder-se-ia sintetizar os conceitos apresentados pelas características desejáveis de **interoperabilidade, confiabilidade e flexibilidade** de um sistema de C<sup>2</sup> (BRASIL, 2006, grifo nosso). Os aspectos abordados na descrição da GCR permitem destacar as características da informação que deve fluir pelo sistema: **seletiva, tempestiva e integrada** (COAKLEY, 1992, grifo nosso). A experiência de sucesso com o emprego de equipamentos de comunicação satélite comerciais, aliada à capacidade de integração adquirida com o desenvolvimento do SICONTA, nos inspira a estimar uma grande probabilidade de sucesso de um projeto de integração desses equipamentos aos sistemas de C<sup>2</sup> navais.

A análise do que o mundo corporativo está empregando para controle de suas frotas e aperfeiçoamento de suas comunicações e do projeto de um sistema de enlace de dados táticos em andamento no Ministério da Defesa (MD) será útil para o aperfeiçoamento dessa estimativa (CALLAI, 2009).

### 4.1 O controle das frotas de logística terrestre

As frotas das companhias de logística terrestre ou de qualquer outro ramo de atividade estão empregando modernos serviços de comunicação móvel de dados, monitoramento e rastreamento de suas viaturas<sup>22</sup>. O cidadão das grandes cidades brasileiras já se acostumou a ver carros de polícia e caminhões de entrega com *radomes*<sup>23</sup> instalados nos tetos, sem saber exatamente para que servem aqueles apêndices. A tecnologia não é nova e existe um grande número de empresas oferecendo uma variedade de serviços e produtos<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> Tamanha é a evolução tecnológica e o aumento da demanda por esses serviços que ocorreu a segunda edição da 2ª Feira e Congresso Latino-Americano de Localização e Rastreamento no período de 21 a 23 de julho de 2009. Disponível em: < <http://www.expogps.com.br/Home/>>. Acesso em: 10 jul. 2009.

<sup>23</sup> Estruturas de material plástico resistente em formato de cogumelo que protegem antenas de equipamentos de comunicação em locais desabrigados de intempéries.

<sup>24</sup> [http://infogpsonline.uol.com.br/guia-empresas.php?lang\\_id=1](http://infogpsonline.uol.com.br/guia-empresas.php?lang_id=1).

voltados especificamente para necessidades logísticas e de segurança de veículos terrestres. Contudo, um aspecto tecnológico merece destaque por sua possibilidade de aplicação no delineamento de um projeto de C<sup>2</sup> naval.

O sistema original funcionava a partir de um enlace de dados via satélite entre o veículo e uma estação de monitoramento da empresa prestadora do serviço, que por sua vez estava conectada à empresa contratante pela internet, conforme demonstrado na figura 9. Hoje a tecnologia evoluiu buscando a de redução dos custos. O *link* entre as empresas permanece via *web*, mas o equipamento de bordo da viatura é capaz de identificar a disponibilidade da rede de celulares GSM<sup>25</sup>/GPRS<sup>26</sup> para tramitar mensagens curtas e dados, deixando a comunicação satélite, mais cara, apenas para os locais não cobertos por aquela rede<sup>27</sup>. Ou seja, o comando e controle é exercido independente do segmento de comunicações utilizado, rádio ou satélite, para tramitação da informação.

#### 4.2 O controle de estações móveis de companhias de eletricidade

Outro setor que tem aplicado conceitos de automação passíveis de serem utilizados no projeto de um C<sup>2</sup> com todas as características desejáveis é das companhias de fornecimento de energia elétrica. De acordo com artigo publicado na página de internet da Sociedade Brasileira de Automática (SBA), Pretto e outros tecem a seguinte consideração:

A nova estrutura do setor elétrico impõe às distribuidoras regras de fornecimento com alto grau de segurança, qualidade e continuidade, as quais são fiscalizadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. O ambiente atual requer das empresas a busca pela eficiência econômica (Billinton et al, 2002) e pela melhoria do desempenho dos índices de continuidade e tensão. [...]Dentro deste contexto, a utilização de computação e comunicação móvel contribui para aumentar e qualificar a eficiência dos processos envolvidos na aquisição, validação e análise dos processos de inspeção de redes, tanto os associados a manutenções preventivas quanto aos associados a manutenções corretivas (Pretto et al., 2003b e Silva et al., 2003, p. 1).

Aderente a esta percepção, dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, foi apresentada uma solução para automação de **subestações móveis** através de enlaces via satélite. Esse tipo de estação representa um caso particular de sistema de monitoramento, pois exige do meio de comunicação utilizado uma grande área de cobertura em função do requisito de mobilidade envolvido. Outras duas características do projeto destacadas pelo mesmo autor são o pequeno

<sup>25</sup> Global System for Mobile Communication.

<sup>26</sup> General Packet Radio Service.

<sup>27</sup> Dados disponíveis em: < [http://www.autotrac.com.br/novo/cgi-bin/PageSvrExe.exe/Get?id\\_sec=2](http://www.autotrac.com.br/novo/cgi-bin/PageSvrExe.exe/Get?id_sec=2)>.

volume de dados e a dificuldade de implantação de meios físicos de comunicação tradicionais de fibra ótica ou rádio (OLIVEIRA JÚNIOR, 2005, grifo nosso).

Para o atendimento do requisito e das características do projeto não foi criada nenhuma solução proprietária. De fato, foi utilizado o serviço prestado por uma das firmas de telecomunicações e monitoramento de frotas citadas no item anterior, a Autotrac Comércio e Telecomunicações S/A. O funcionamento do sistema é idêntico ao citado no item anterior e ilustrado na figura 10, contudo uma inovação foi introduzida. O protocolo de comunicação utilizada pela Autotrac serve tão somente para troca de dados específicos de posição e dispositivos de segurança instalados em cada veículo e troca de mensagens curtas de texto. Portanto, fez-se necessário um novo protocolo que possibilitasse a troca de sinais de controle inerentes ao processo de monitoramento das subestações, usando-se o recurso de mensagens de texto.

A escolha do protocolo esteve diretamente ligada ao custo, já que cada mensagem é tarifada conforma o número de caracteres. Dentro desse enfoque, foi adotado um protocolo assíncrono<sup>28</sup>, desenvolvido especificamente para a Concessionária de Energia Elétrica do Rio Grande do Norte (COSERN), que eliminou o custo de compra de licença, reduziu o tamanho das mensagens (menor custo operacional), conferiu flexibilidade ao sistema (OLIVEIRA JÚNIOR, 2005), permitiu rápida implementação e abriu possibilidade de outras aplicações do mesmo protocolo.

Ressalta-se aí, o ponto de destaque desse projeto. No trabalho apresentado, Oliveira Júnior demonstra um sistema de encapsulamento de dados, que através de um serviço de comunicações comercial, tramita uma informação que é ao mesmo tempo **seletiva** e **tempestiva** para seu utilizador, a COSERN, e ininteligível para a prestadora de serviço. Esta assertiva permite a materialização de dois conceitos chaves para o emprego do segmento satélite comercial no SISNC<sup>2</sup>: a padronização de um protocolo e a criptografia de dados.

#### 4.3 O Sistema de Identificação Automática e os Sistemas de Monitoramento de Embarcações

Trazendo a apresentação de exemplos para o ambiente marítimo, o argumento de adoção de um protocolo específico para utilização do segmento satélite comercial toma corpo, quando analisamos o funcionamento do Sistema de Identificação Automática (AIS).

---

<sup>28</sup> “Um protocolo assíncrono se caracteriza pelo uso de caracteres precedidos pelo bit de início (start bit) e terminados pelo bit de fim (stop bit), ao contrários dos protocolos síncronos, que utilizam um relógio (série cronometrada de pulsos) no receptor” (OLIVEIRA Jr, 2005, p. 39).

O endereço eletrônico da Guarda Costeira dos EUA (USCG) na internet apresenta uma descrição geral do sistema que será utilizada como base. Em síntese, trata-se de um recurso eletrônico de identificação de embarcações que, a partir de sinais de Rádio Frequência (RF) da faixa de VHF marítimo, apresenta nos monitores de todas as embarcações e de estações em terra, sua posição, rumo, velocidade, número de identificação, nome, carga, dentre outros dados (figura 11). Ressaltar-se-ão duas características técnicas do AIS que convergem para o foco da análise: a tecnologia de modulação dos rádios digitais transmissores empregados no sistema é a mesma utilizada pelos mais de 3 bilhões de usuários de celulares GSM e TDMA em todo o mundo<sup>29</sup>; e foi adotado um protocolo para a transmissão das informações o *HLDC packet protocol*<sup>30</sup> desenvolvido pela HEWLETT PACKARD<sup>31</sup> em 2000.

Conforme ilustrado pela figura 12, os Sistemas de Monitoramento de Embarcações (SMV) empregam tecnologia muito semelhante à utilizada pelas empresas para controlar suas frotas terrestres e pela COSERN para telemetria de suas estações móveis<sup>32</sup>. Destaca-se o fato da Iridium já estar comercializando um equipamento capaz de detectar a existência de sinal GSM/GPRS e comutar sua transmissão do segmento satélite para a rede celular disponível<sup>33</sup>: o Blue Tracker VMS. Esta capacidade de comutação pode ser explorada para que com um único equipamento um navio possa estabelecer conexão com um escalão superior via satélite ou com uma outra unidade de mesmo escalão que esteja interligada por uma rede GSM/GPRS.

#### 4.4 O Sistema Tático de Enlace de Dados

Todos os quatro sistemas de controle apresentados nas subseções anteriores possuem em comum a utilização de protocolos de comunicação e o emprego de tecnologia ou serviços de comunicação já existentes. Nessas aplicações, o protocolo cumpre as tarefas de adequar a informação tramitada à capacidade de volume de dados do serviço e diminuir o custo de emprego das comunicações. Além disso, excetuando-se o AIS, todos objetivam a comunicação e o trâmite de dados numa direção vertical, entre uma estação de controle fixa e

<sup>29</sup> <http://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/pm-phase-modulation/what-is-gmsk-gaussian-minimum-shift-keying-tutorial.php>.

<sup>30</sup> [http://www.navcen.uscg.gov/enav/ais/how\\_AIS\\_works.htm](http://www.navcen.uscg.gov/enav/ais/how_AIS_works.htm).

<sup>31</sup> <http://docs.hp.com/en/Z7487-90005/Z7487-90005.pdf>

<sup>32</sup> [http://www.sero.nmfs.noaa.gov/VMS/VMSFAQs041707\\_2.pdf](http://www.sero.nmfs.noaa.gov/VMS/VMSFAQs041707_2.pdf) e <http://ictupdate.cta.int/index.php/en/Feature-Articles/FFA-VMS-satellite-surveillance-of-Pacific-tuna-fisheries>

<sup>33</sup> <http://www.iridium.com/products/product.php?linx=0338&cat=Marine%20Equipment>.

uma unidade móvel. As redes estabelecidas não permitem enlaces horizontais entre duas estações móveis.

No âmbito do MD, identifica-se que “as comunicações táticas têm sido o elo mais fraco” (CALLAI, 2006, p. 13) do sistema de  $C^2$  das operações combinadas<sup>34</sup>, ou seja, o enlace horizontal entre as forças singulares<sup>35</sup> é o gargalo do processo de estabelecimento de um fluxo adequado de conhecimento. A criação da Comissão para Implantação do Sistema Tático de Enlace de Dados (CISTED) teve a finalidade de buscar a solução para essa deficiência nas Comunicações Interforças (CALLAI, 2006).

Faz-se mister, portanto, analisar em que medida o emprego dos conceitos dessas soluções corporativas e de novas tecnologias e equipamentos COTS podem atender à necessidade do compartilhamento de conhecimento almejado pela CISTED. A figura 13 ilustra esquematicamente a rede necessária.

Segundo Callai (2006), uma das opções para implementação de Sistema Tático de Enlace de Dados (SISTED) entre as três forças singulares é ampliar para a para a MB e para o Exército Brasileiro (EB) o Sistema de Comunicações por Enlaces Digitais da Aeronáutica (SISCENDA). Este recurso foi implantado pela Força Aérea Brasileira (FAB) em 2002 (LESSA, 2003), para permitir comunicações seguras na aérea de atuação do SIPAM/SIVAM.

A FAB adotou o *Secure ECCM Communication System* (SECOS), que é baseado em equipamentos de comunicação da empresa alemã Rhode & Swartz (R&S), com criptografia da empresa suíça AG (CALLAI, 2006). O SECOS, inicialmente, foi utilizado para estabelecer o *Link* ponto a ponto das aeronaves de vigilância R-99 com as estações de terra (LINK BR1). Em maio do corrente ano<sup>36</sup>, a EMBRAER<sup>37</sup> formalizou a entrega do protocolo de comunicações que possibilitará uma rede (LINK BR2) entre todas as aeronaves da FAB (LESSA, 2003). As figuras de 14 e 15 demonstram as diferenças entre os dois *Links*.

Os equipamentos do SECOS são militarizados e incorporam uma série de recursos para impedir que uma estação não autorizada intercepte, bloqueie ou manipule os dados transmitidos. Toda essa tecnologia empregada pela R&S, para garantia do requisito de segurança, é suportada pelo sistema TDMA<sup>38</sup> (DAROS, 2007), utilizada em redes celulares e no AIS como visto na subseção 4.3. Portanto, o LINK BR2, mesmo com a incorporação de sofisticados dispositivos que o colocam no mesmo nível dos mais avançados enlaces de dados

<sup>34</sup> Operações que envolvem parcelas ponderáveis de mais de uma força sob um comando único (BRASIL, 2001).

<sup>35</sup> Marinha, Exército e Aeronáutica.

<sup>36</sup> [http://www.embraer.com.br/institucional/download/1\\_071-Com-VPD-Link\\_BR2\\_delivery-P-09.pdf](http://www.embraer.com.br/institucional/download/1_071-Com-VPD-Link_BR2_delivery-P-09.pdf).

<sup>37</sup> Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A..

<sup>38</sup> *Time Division Multiple Access* – Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo, tradução nossa.



do mundo<sup>39</sup>, tem arquitetura fundamentada em tecnologia COTS. Isto coloca em pauta duas possibilidades: ampliar o LINK BR2 para as três FA, padronizando os equipamentos R&S para todas elas; ou aproveitar a experiência adquirida com esse sistema e desenvolver um sistema nacional baseado em tecnologias comerciais que já estão em estágio de sofisticação muito mais avançado que a TDMA. Alinhado com a segunda opção, Callai (2006) apresentou a seguinte proposta ao Grupo de Trabalho que trata do delineamento do SISTED:

ao GT – SISTED sugere-se a pesquisa em cinco grandes grupos de equipamentos, quais sejam, os celulares do Serviço Móvel Pessoal (SMP), os troncalizados do Serviço Móvel Especializado (SME), os meios com fio (ADSL), os meios rádio (*wireless*) e dentre estes últimos a tecnologia WiMax, que tem surpreendido os estudiosos por sua alta capacidade e alcance, graças ao emprego da transmissão em frequência ortogonal (*OFDM*). É possível que o SISTED venha a empregar uma dessas inovações para obter-se um conjunto de equipamentos tão versáteis que atendam às necessidades operacionais das três Forças (CALLAI, 2006, p. 72).

A discussão sobre a melhor opção para o SISTED não faz parte do escopo desse trabalho, porém os argumentos apresentados por aquele autor para defesa de sua tese o fazem. Callai ressalta os aspectos negativos de implementar-se a interoperabilidade das FFAA a partir da dependência de um único fabricante, detentor de todo o algoritmo da criptografia e do salto de frequências. Como contra exemplo, cita a OTAN, “onde Hugues, Collins, Rockwell, Thales, MDBA Avionics e outras empresas fabricam equipamentos diferentes que atendem às mesmas especificações de protocolo e arquitetura sistêmica do *Link-16*” (CALLAI, 2006, p. 91). Mais que isso, em convergência à proposta dessa pesquisa de analisar alternativas comerciais para o SISNC<sup>2</sup>, aquele autor afirma que “empresas multinacionais já oferecem sistemas militarizados com as tecnologias da geração WiMAX e Hi-Fi, comprovando a sua eficácia também nas redes táticas militares” (CALLAI, 2006, p. 103).

De fato, caminhando nesse mesmo sentido, um recente artigo de Alexander Loula<sup>40</sup> demonstra que o estabelecimento de uma rede, entre duas ou várias estações, utilizando as novas tecnologias de telecomunicações, é cada vez mais acessível. Valendo-se de *softwares* livres, de computadores portáteis (PC) e de *hardwares* que fazem a interface do PC com celulares normais de tecnologia GSM, aquele autor demonstra como criar uma rede própria de telefonia celular (vide figura 16). Destaca-se que, segundo dados do fabricante<sup>41</sup>, a interface utilizada, *Universal Software Radio Peripheral* (URSP), já tem aplicação em diversos sistemas de inteligência de sinais e de comunicações e outros sistemas de segurança de serviços de inteligência militar estadunidense e de outras nações da OTAN.

<sup>39</sup> [http://www.embraer.com.br/institucional/download/1\\_071-Com-VPD-Link\\_BR2\\_delivery-P-09.pdf](http://www.embraer.com.br/institucional/download/1_071-Com-VPD-Link_BR2_delivery-P-09.pdf).

<sup>40</sup> <http://www.vivaolinux.com.br/artigo/Montando-uma-rede-GSM>.

<sup>41</sup> [http://www.ettus.com/downloads/er\\_broch\\_trifold\\_v5b.pdf](http://www.ettus.com/downloads/er_broch_trifold_v5b.pdf).

Conclui-se, portanto, que, também no compartilhamento de dados entre estações de um mesmo escalão, que aqui se convencionou chamar de enlace horizontal ou enlace tático, os equipamentos e tecnologias COTS têm plena possibilidade de emprego.

#### 4.5 Uma alternativa COTS para Navios de Qualquer Porte

Para tornar tangível a análise de viabilidade técnica de emprego dos equipamentos comerciais no SISNC<sup>2</sup>, apresentar-se-á um anteprojeto esquemático de um sistema de comunicações para um navio do porte de um Navio-Patrolha. Ressalta-se que tal anteprojeto não tem a pretensão de apresentar uma solução definitiva ou a opção tida como melhor, mas tão somente mostrar que é totalmente factível conseguir as características de interoperabilidade, confiabilidade e flexibilidade, mantendo-se em alto grau o requisito de segurança das comunicações.

De acordo com Callai (2006), independente da camada física (equipamentos) é possível obter-se a interoperabilidade por meio de uma camada lógica, composta de protocolos e *softwares* adequados. Esse entendimento orientou o anteprojeto. De igual forma, o trato da informação como o ponto central do Comando e Controle (VIVEIROS, 2007), que tem que primar pela seletividade e pela tempestividade (COAKLEY,1992), representaram o balizamento da pesquisa.

Para simplificar o entendimento, dividir-se-á a apresentação do sistema em duas partes: o subsistema de enlace vertical, responsável pelo enlace do navio com um escalão superior; e o enlace horizontal, que será o responsável pela troca de informações com todas as plataformas, outros navios, aeronaves da MB e da FAB, dentro do alcance da camada física (equipamentos) em uso. Todo o texto subsequente pode ser visualizado pelas figuras 17 e 18.

O cérebro do sistema é um Terminal de Enlace de Dados (TED), que faz a integração dos sensores e dados táticos dos alvos, vídeo radar, GPS, AIS aos aparelhos de comunicação dos dois subsistemas. O TED extrai os dados dos sensores e os traduz para o protocolo estabelecido. No passo seguinte, divide as informações em camadas, seleciona qual dos subsistemas, horizontal ou vertical, transmitirá os dados e adequa o tamanho da mensagem à capacidade do equipamento disponível. Adicionalmente, o TED determina, através de parâmetros inseridos pelo operador, quais camadas serão transmitidas e com que frequência serão atualizadas. Os projetos de integração em muito se assemelham à integração do SICONTA, realizada pela MB, e a criação dos protocolos necessários é idêntica ao desenvolvimento do protocolo do LINK BR2, levado a cabo pela EMBRAER.

O subsistema vertical será composto de um equipamento de comunicação satélite comercial, com capacidade de transmissão e recepção simultânea de voz e dados em alta velocidade (banda de 150 Kbps<sup>42</sup> ou mais). De acordo com os parâmetros selecionados no TED, esse subsistema enviará as mensagens para uma estação em terra e dela receberá as informações atinentes à sua área de operação.

Aproveitando-se a experiência bem sucedida do AIS, o subsistema horizontal será composto por um equipamento de rádio digital da faixa de VHF marítimo, com modulação GMFSK que poderá empregar uma rede TDMA, GSM ou GPRS, para estabelecer o enlace entre navios e aeronaves integrantes de uma mesma força. O protocolo de mensagem e sua conexão com os sensores serão, da mesma forma, gerenciados pelo TED, nos mesmos moldes do realizado no subsistema vertical. As camadas de dados também serão parametrizadas pelo operador, sendo possível enviar camadas diferentes para os subsistemas.

Nota-se que o exemplo de C<sup>2</sup>, ora apresentado, trata-se de um somatório de pequenas partes de sistemas e tecnologias comerciais, analisadas no decorrer do trabalho, e que as *expertises* necessárias para sua concretização já foram desenvolvidas em algum experimento anterior. Os equipamentos a integrar, inclusive os de comunicação satélite comerciais<sup>43</sup>, já fazem parte do inventário da MB. Portanto, a exequibilidade desse anteprojeto, passa pelo crivo tão somente da capacidade de integração já posta à prova durante a modernização das Fragatas Classe Niterói.

#### 4.6 A análise SWOT

Objetivando-se reunir de forma sistemática as vantagens, as desvantagens, as oportunidades e as ameaças decorrentes da utilização de recursos genuinamente comerciais em plataformas militares, realizar-se-á uma análise SWOT.

O conjunto de assertivas selecionadas demonstra a praticidade e as economias de recursos e de tempo proporcionadas pelo uso dos equipamentos COTS. Relata a decisão política de não investir recursos e tempo no desenvolvimento de tecnologias já disponíveis no mercado internacional. Por outro lado, os exemplos de sucesso relatados no decorrer do trabalho representam reais possibilidades de se contornar as fraquezas e ameaças apresentadas.

---

<sup>42</sup> [http://www.inmarsat.com/Downloads/English/FleetBroadband/Collateral/Leisure\\_FB150\\_FAQs\\_EN.pdf](http://www.inmarsat.com/Downloads/English/FleetBroadband/Collateral/Leisure_FB150_FAQs_EN.pdf).

<sup>43</sup> [http://www.dctim.mb/dctim10/om\\_comunicacao\\_satelite.pdf](http://www.dctim.mb/dctim10/om_comunicacao_satelite.pdf).

	FORÇAS	FRAQUEZAS
<b>INTERNO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O SISCOMIS, que é o meio físico principal das comunicações do SISMC<sup>2</sup>, utiliza satélite comercial (VIVEIROS, 2007).</li> <li>• Em se tratando de sistemas de C<sup>2</sup>, “o acerto não virá exclusivamente de técnica avançada, mas da capacidade de realizar adaptações e de racionalizar os recursos tecnológicos disponíveis” (VIVEIROS, 2007, p. 26).</li> <li>• “Na Marinha do Brasil, o sistemas de C<sup>3</sup>, desenvolvidos nos últimos anos, materializam esta concepção e trouxeram inúmeros benefícios com significativa redução de custos” (FÉLIX, 2008, p. 2).</li> <li>• Os centros de P&amp;D das FA foram atraídos ao desenvolvimento de sistemas baseados em <i>software</i> e <i>hardware</i> COTS (VIVEIROS, 2007) pela redução de custos, diminuição do tempo de desenvolvimento e ganho de interoperabilidade (FÉLIX, 2008).</li> <li>• O desenvolvimento de protocolos próprios pode reduzir custos operacionais (OLIVEIRA JÚNIOR, 2005).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A logística representa um dos aspectos limitadores do uso de componentes COTS, especialmente os <i>hardwares</i>. A dotação inicial de sobressalentes tem que compensar a rapidez com que os COTS ficam descontinuados. Assim, a economia de tempo e de custos, obtida na fase inicial, pode se tornar a causa de sua obsolescência precoce (FELIX, 2008).</li> <li>• A integração dos produtos COTS representa um dos desafios, principalmente, porque após a escolha isolada de diversos equipamentos e programas não existe a certeza de compatibilidade (FÉLIX, 2008).</li> <li>• Pela disponibilidade de funcionalidades inúteis às aplicações militares, os <i>softwares</i> COTS consomem de recursos computacionais (como memória e disco) desnecessariamente (FÉLIX, 2008).</li> <li>• O emprego dos satélites comerciais acarreta elevado custo operacional (VIVEIROS, 2007).</li> </ul>
<b>EXTERNO</b>	<p style="text-align: center;"><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A utilização de material comum às atividades civis é uma alternativa que gera praticidade (VIVEIROS, 2007).</li> <li>• Em 2008, o Ministro da Defesa afirmou que “não se pode considerar a hipótese de investir recursos e tempo no desenvolvimento de tecnologias já disponíveis no mercado internacional” (FÉLIX, 2008, p. 13).</li> <li>• “A tecnologia de uso dual trouxe inúmeras melhorias na qualidade dos produtos comercializados no âmbito civil” (FÉLIX, 2008, p. 14)</li> <li>• <i>Softwares</i> COTS são ricos em funcionalidades e estão disponíveis por custos de aquisição previsíveis (FÉLIX, 2008).</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>AMEAÇAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O emprego de tecnologia COTS causa a “vulnerabilidade de expor um sistema militar ao ataque de pessoas familiarizadas com essa tecnologia”(VIVEIROS, 2007, p. 28)</li> <li>• A dependência de satélites comerciais pode causar restrições pela inexistência de redundâncias, em caso de avaria ou de saturamento (VIVEIROS, 2007).</li> <li>• Pagamento de taxas de licença de uso (FÉLIX, 2008).</li> <li>• Dependência do desenvolvedor (FÉLIX, 2008).</li> <li>• Falta de controle sobre a criação de novas versões (<i>upgrades</i>) que podem tornar incompatível um sistema já integrado (FÉLIX, 2008).</li> </ul>

## 5 CONCLUSÃO

A diminuição das barreiras do tempo e o espaço, conseguidas em grande medida pelo desenvolvimento da TI, são características marcantes da Era da Informação que fluíram do mundo dos negócios para o campo de batalha. A maneira de fazer negócios pelos grandes conglomerados econômicos, com suporte em sofisticada tecnologia de informática e comunicações, foi adaptada e aplicada durante a Guerra do Golfo (1991). A partir deste conflito, consolidou-se a concepção de que a superioridade de conhecimento gera um aumento desproporcional no poder combatente. A velocidade de comando e o sincronismo das ações alcançadas interferem com o ciclo de decisões do oponente, numa intensidade que acaba por estagnar todas as suas iniciativas de reação, deixando-o inerte, em meio à avalanche de ofensivas que o submete.

O suporte para toda essa superioridade é fornecido por uma estrutura de Comando e Controle que congrega um conjunto de equipamentos, doutrina e pessoal capaz de processar e apresentar, de maneira tempestiva, integrada e seletiva, as informações obtidas em cada unidade de combate posta no espaço de batalha. Este é o desafio imposto aos projetos de C<sup>2</sup> da Guerra Centrada em Redes.

A análise dos exemplos bem sucedidos das *expertises* adquiridas com o emprego de tecnologia e serviços comerciais, fundamentada no estudo de suas vantagens, desvantagens, oportunidades e ameaças, qualifica os equipamentos COTS a tomarem parte de um projeto de SISNC<sup>2</sup>, que se estenda até os menores meios navais e incorpore as capacidades exigidas pela GCR.

O protocolo criado para a COSERN controlar suas estações móveis promoveu um encapsulamento de dados, que reduziu o tamanho das mensagens e conseguiu resolver para àquela Concessionária o problema de custo e compatibilidade. No mesmo sentido, a EMBRAER desenvolveu o sofisticado protocolo para o LINK BR2, tornando possível o enlace em rede das aeronaves da FAB. Tais acontecimentos demonstram a disponibilidade de todo o conhecimento necessário para o desenvolvimento de um protocolo próprio ao SISNC<sup>2</sup>, em qualquer meio físico que se deseje, proporcionando redução do custo operacional e compatibilidade com os meios navais e as estações em terra conectadas ao SISCOMIS. O problema de segurança pode ser contornado pela criptografia dos dados, tarefa que já foi realizada pelo CASNAV em ocasião anterior.

A experiência adquirida com o projeto MODFRAG constitui embasamento para contornar os óbices logísticos de descontinuidade e atualização de versões decorrentes do uso

de *hardwares* comerciais. Em especial, a concretização da integração do SICONTA aos diversos armamentos e sensores das FCN qualifica a MB a liderar qualquer processo de integração de equipamentos.

Em verdade, o emprego de equipamentos COTS nos sistemas de combate dos navios da MB não se trata de uma novidade. O breve relato de acontecimentos na Operação Unitas de 2008 mostra que teria sido improvável a condução do exercício de confronto de forças, com o grau de realismo exigido, sem a utilização dos serviços satélites comerciais disponíveis a bordo. Mesmo os sistemas que possuem elevado grau de militarização, como o SISCOMIS e o LINK BR, utilizam, em diferenciados graus, tecnologias COTS ou, ao menos, recursos duais. O que tem que ser aperfeiçoado é a integração aos sistemas já existentes, para promover o uso mais racional de suas funcionalidades.

Tirar proveito das características técnicas das novas tecnologias, que se traduzem em redução de tempo e de custos de desenvolvimento, aumento de interoperabilidade e de praticidade, é uma tendência seguida pelos centros de pesquisa e desenvolvimento de diversas FA. No Brasil, essa tendência significa também uma orientação política, já que se coaduna com a convicção do atual Ministro da Defesa de que não se deve gastar tempo ou recursos com tecnologias que já estão disponíveis no mercado internacional.

## REFERÊNCIAS

- BOTELHO, Tomás de Aquino Tinoco. A guerra centrada em rede. *O Anfíbio*, Rio de Janeiro, n. 23, p. 87-94, Jan 2004.
- BRASIL. Ministério da Defesa. MD31-D-03: *doutrina militar de comando e controle*. Brasília, DF. Ministério da Defesa, 2006.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. MD33-M-03: *doutrina básica de comando combinado*. Brasília, DF. Ministério da Defesa, 2001.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. MD35-D-01: *estrutura militar de defesa*. Brasília, DF. Ministério da Defesa, 2005.
- \_\_\_\_\_. Comando da 1ª Divisão da Esquadra. *Ordem de operação UNITAS XLIX – 2008*. Niterói, 2008a.
- \_\_\_\_\_. Comando da 1ª Divisão da Esquadra. *Relatório de fim de comissão pré-UNITAS e UNITAS XLIX – 2008*. Niterói, 2008b. Confidencial.
- CALLAI, Alairto Almeida. *O modelo de dados da OTAN para intercâmbio de informações de comando e controle – conceituação, aplicações e reflexos para o SC2FTER / SISMC2*. 2006. 158 f. Monografia (Curso de Política, Estratégia e Alta Administração do Exército) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Brasília, 2006. Disponível em: <[https://www.defesa.gov.br/espaco\\_academico/biblioteca\\_virtual/teses/ciencias\\_exatas/alairto\\_o\\_almeida\\_callai\\_modelo\\_dados\\_otan.pdf](https://www.defesa.gov.br/espaco_academico/biblioteca_virtual/teses/ciencias_exatas/alairto_o_almeida_callai_modelo_dados_otan.pdf)>. Acesso em: 5 jul. 2009.
- COAKLEY, Thomas P. *Command and Control for War and Peace*. Washington, D.C.: National Defense University, 1991. 219 p.
- DAROS, Alexey Bobroff. Possibilidades e limitações para o aprimoramento do Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC<sup>2</sup>) e do Sistema Naval de Comando e Controle (SISNC<sup>2</sup>). 31 f. Monografia (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2007.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. *Dual Use Technology: a defense strategy for affordable, leading-edge technology*. Department of Defence, 1995. Disponível em: <<http://stinet.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA292882&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2008 *apud* FÉLIX, André Luiz de Andrade. *O uso de componentes COTS em sistemas de comando, controle e comunicações da MB*. 2008. 51 f. Monografia (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2008.
- FÉLIX, André Luiz de Andrade. *O uso de componentes COTS em sistemas de comando, controle e comunicações da MB*. 2008. 51 f. Monografia (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2008.
- FÉLIX, André Luiz de Andrade; PINHEIRO, Ned M. Alexandria; SANTOS, Enock Florêncio. A rede tática de dados. *Revista Passadiço*. Rio de Janeiro, p. 12-15, 2006. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/caaml/passadico/2006/05arede.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2009.

GALANTE, Alexandre. *Dossiê: as Fragatas Classe Niterói*. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.naval.com.br/dossie/Niteroi/niteroi-parte 5.html>>. Acesso em: 10 jul 2009.

LESSA, Alexandre. *O sistema de comunicações por enlaces digitais da Aeronáutica (SISCENDA) - aspectos relacionados com o seu desenvolvimento*. Palestra apresentada no simpósio de guerra eletrônica e comando e controle, em setembro de 2003. São José dos Campos, 2003. Disponível em: <<http://www.cta.br/sige/dia1desetembro%5CTCel%20Lessa.ppt>>. Acesso em: 15 jul 2009.

LOULA, Alexsander. *Montando uma rede GSM*. 2009. Disponível em <http://www.vivaolinux.com.br/artigo/Montando-uma-rede-GSM> . Acesso em: 5 jun. 2009.

NEHMY, Rosa Maria; PAIM, Isis. *Repensando a Sociedade da Informação*. 2002. Disponível em: <<http://Paim2http://www.eci.ufmg.br/pcionline/index.php/pci/article/viewFile/410/223>>. Acesso em: 15 jul. 2009.

OLIVEIRA JÚNIOR, Carlos Augusto de. *Desenvolvimento de um protocolo de comunicação para automação de subestações móveis via satélite*. 2005. . 68 f. Monografia (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte., Natal, 2005. Disponível em: < <http://www.ppgee.ufrn.br/infotese.php?id=M153> >. Acesso em: 10 jun. 2009.

PRETTO, Carlos O.; LEMOS, Flávio A. Becon; ROSA, Mauro A. da; SANTOS, Tiago T. dos. *Utilização de computação móvel para qualificação de rotinas de operação e manutenção de redes de distribuição*. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-17592006000400006&lng=esja.org&nrm=iso&tlng=esja.org](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-17592006000400006&lng=esja.org&nrm=iso&tlng=esja.org)>. Acesso em: 17 jul. 2009.

PRETTO, C. O.; LEMOS, F. A. B.; ROSA, M. A.. *Computational system for outage causes identification and analysis for assessment of distribution systems reliability index. 17th CIRED - International Conference and Exhibition on Electricity Distribution*. Barcelona, 2003, *apud* PRETTO, Carlos O.; LEMOS, Flávio A. Becon; ROSA, Mauro A. da; SANTOS, Tiago T. dos. *Utilização de computação móvel para qualificação de rotinas de operação e manutenção de redes de distribuição*. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-17592006000400006&lng=esja.org&nrm=iso&tlng=esja.org](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-17592006000400006&lng=esja.org&nrm=iso&tlng=esja.org)>. Acesso em: 17 jul. 2009.

PILLA, Carlos Faria de. Projeto MODFRAG. Palestra proferida a bordo da Fragata “Niterói”, em dezembro de 2002. Rio de Janeiro, 2002. CD-ROM *apud* FELIX, André Luiz de Andrade. O Uso de Componentes COTS em Sistemas de Comando, Controle e Comunicações da MB. 2008. 29 f. Monografia (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2008.

SILVA, Maurillo Euclides Ferreira da. *Satélites impulsionando o desenvolvimento do país – SISCOVIS*. Palestra proferida no seminário satélites impulsionando o desenvolvimento do país, em 13 de março de 2009. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <[www.acrj.org.br/IMG/pdf/doc-684.pdf](http://www.acrj.org.br/IMG/pdf/doc-684.pdf) >. Acesso em: 3 jun. 2009.



SILVA FILHO, J. M.; FERRARI, V.P.; REICHEL, A.G.; NAKAHATA, M.T.; Alemida, A.R. *Desenvolvimento de um Sistema de Coleta de Dados para Inspeção de Usinas, Subestações e Linhas de Transmissão*. Anais do II Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica – CITENEL, 2003 *apud* PRETTO, Carlos O.; LEMOS, Flávio A. Becon; ROSA, Mauro A. da; SANTOS, Tiago T. dos. *Utilização de computação móvel para qualificação de rotinas de operação e manutenção de redes de distribuição*. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-17592006000400006&lng=esja.org&nrm=iso&tlng=esja.org](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-17592006000400006&lng=esja.org&nrm=iso&tlng=esja.org)>. Acesso em: 17 jul. 2009.

SOUSA, Fabrízia M. de; ALENCAR, Fernanda M.R.; CASTRO, Jaelson F. B. *O Impacto dos COTS no Processo de Engenharia de Requisitos*. 2004. UFPE - Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <[http://wer.inf.puc-rio.br/WERpapers/artigos/artigos\\_WER99/souza.pdf](http://wer.inf.puc-rio.br/WERpapers/artigos/artigos_WER99/souza.pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2009.

VIVEIROS, Cláudio Portugal de. *Fatores de comando e controle aplicáveis nas operações combinadas. O sistema militar de comando e controle*. 2007. 67 f. Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2007.

## GLOSSÁRIO

***Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)***: sistema que possibilita transmissão de banda larga nos cabos telefônicos metálicos já existentes. Através de uma única linha telefônica é possível, ao mesmo tempo, falar ao telefone e acessar a Internet.

***AIS (Automatic Identification System)***: é um Sistema de Identificação Automática de embarcações que se utiliza da banda de VHF móvel marítimo para enviar e receber dados. Uma embarcação com AIS recebe, automaticamente, dados de outras embarcações com AIS e estações terrestres, também equipadas com AIS, dentro da sua área de alcance, possibilitando o incremento da segurança da navegação.

***Ethernet***: padrão para comunicação compartilhada por um **único cabo** para todos os dispositivos da rede. Uma vez que o dispositivo está conectado a esse cabo, ele tem a capacidade de se comunicar com qualquer outro dispositivo. Isso permite que a rede se expanda para acomodar novos dispositivos, sem ter de modificar os dispositivos antigos.

***General Packet Radio Service (GPRS)***: tecnologia que aumenta a velocidade de transmissão de dados das redes GSM existentes, permitindo o transporte de dados por pacotes que se reagrupam ao chegar ao seu destino. Permite à estação móvel uma conexão com a internet, permanentemente, sem a necessidade de se estabelecer uma chamada telefônica.

***Global System for Mobile Communications (GSM)***: padrão de comunicações móveis mais popular do mundo, que troca rapidamente a frequência da portadora entre vários canais numa sequência pseudo aleatória, conhecida pelo transmissor e pelo receptor para garantir a segurança das comunicações.

***Packet Radio***: modo de transmissão digital por pacotes de dados. Uma mensagem é decomposta em vários pacotes digitais, que são transmitidos um a um, sendo remontados na estação repetidora.

***Protocolo***: é uma convenção ou padrão que controla e possibilita uma conexão, comunicação

ou transferência de dados entre dois sistemas. De maneira simples, um protocolo pode ser definido como as regras que estabelecem a sintaxe, a semântica e a sincronização da comunicação.

***Time Division Multiple Access (TDMA)***: tecnologia digital empregada nos celulares de 2ª geração, cuja característica principal é a codificação digital por meio da divisão do tempo. A faixa de frequência é dividida em canais de 30 kHz e cada canal pode ser utilizado por três pessoas, simultaneamente, através da divisão por tempo.

***Software não-proprietário (ou livre)***: *software* cujo código-fonte permanece acessível para todo aquele que se interesse por ele, o que permite sua alteração conforme a necessidade do usuário. Sua distribuição é normalmente gratuita.

***Serviço Móvel Especializado (SME)***: serviço de comunicações móveis que utiliza sistema de radiocomunicação basicamente para a realização de operações do tipo despacho, comunicações de 1 para N. Possui capacidades de comunicação por telefone e rádio com toda a segurança e de transmissão dados em alta velocidade.

***Serviço Móvel Pessoal (SMP)***: serviço de comunicações que abrange todas as tecnologias empregadas na telefonia celular tais como: AMPS, CDMA, TDMA, GSM, GPRS, entre outras.

***Software não-proprietário (ou livre)***: *software* cujo código-fonte é inacessível. Não é possível sua modificação para atender necessidades específicas de um usuário. Sua distribuição é cobrada.

***Telefonia IP (VoIP)***: Padrão de transmissão em que a voz trafega pela intranet ou internet e não pela rede telefônica comum. A conversa passa por um processo de compressão do sinal elétrico para que este possa viajar pela rede na forma de pacotes de dados.

## **APÊNDICE A – As novas Tecnologias de Telecomunicações e Redes Sem Fio**

Este apêndice foi elaborado visando complementar as informações contidas no texto. O propósito é esclarecer pontos relevantes das diversas tecnologias de telecomunicações e de redes sem fio em uso, apresentando uma síntese de suas características principais, que não fazem parte do escopo do estudo, mas seu desconhecimento pode interferir com a perfeita compreensão da análise apresentada no trabalho.

O texto abaixo é uma adaptação e um resumo do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do certificado de Especialização em Política, Estratégia e Administração Militares pelo Coronel Alairto Almeida Callai. Seu trabalho versa sobre o modelo de dados da OTAN para intercâmbio de informações de comando e controle – conceituação, aplicações e reflexos para o SC2FTER / SISMC2.

### **1 Serviço Móvel Pessoal (SMP)**

Quando empregados como canal de comunicações alternativos ou principais, os celulares funcionaram muito bem em todas as operações porque possuem várias estações rádio-base (ERB) que cobrem a região, proporcionando o contato direto entre autoridades. Porém, há grande risco de saturação destas ERB em situações de crise nas áreas de operação. Por isso, apesar da qualidade das comunicações e da facilidade logística de mobilizar diversas unidades com aparelhos de telefonia celular, não pode ser desprezada a possibilidade de não se conseguir uma linha, no momento crítico de um assalto a determinada localidade. Isto pode, por exemplo, aumentar o risco de insucesso do uso do celular na GLO.

#### **1.1 *Advanced Mobile Phone Service* (AMPS)**

Representa a tecnologia de engenharia analógica empregada nos celulares de 1ª geração. Utiliza a modulação em frequência (FM) para transmissão de voz e modulação digital FSK para os sinais de funcionamento da rede.

#### **1.2 *Time Division Multiple Access* (TDMA)**

É passo seguinte à tecnologia analógica e foi empregada nos celulares de 2ª geração. Sua característica principal é a codificação digital por meio da divisão do tempo. A

faixa de frequência é dividida em canais de 30 kHz e cada canal pode ser utilizado por três pessoas, simultaneamente, através da divisão por tempo.

### **1.3 Code Division Multiple Access (CDMA)**

Empregado nos celulares de 2ª e 3ª gerações, representa a segunda geração de tecnologia de serviços de comunicações móveis. Baseada em sistemas de alto desempenho, alguns com capacidade, no mínimo, três vezes superiores a dos sistemas de primeira geração. Caracterizam-se, em geral, pela utilização de tecnologia digital tanto de voz quanto de sinalização. É uma tecnologia mais moderna que a TDMA e menos sensível a ruídos (interferência), aumentando o desempenho geral. O CDMA tem diversas vantagens técnicas em relação ao GSM e, suas redes de dados são, em geral, mais velozes que as do GSM.

### **1.4 Global System for Mobile Communications (GSM)**

Padrão de comunicações móveis mais popular existente, com mais de 80% dos celulares digitais de segunda geração. Para evitar interceptação de sinais, o GSM troca rapidamente a frequência da portadora entre vários canais, numa sequência pseudo aleatória conhecida pelo transmissor e pelo receptor. Apesar da superioridade técnica do CDMA, as vantagens comerciais do GSM sobre seu concorrente direto são tamanhas que a competição chega a ser desleal. Fora a questão da clonagem, um outro fator extremamente importante a se considerar é o *roaming* nacional e internacional automático. Outro fator importante é o fato do CDMA ser um padrão proprietário que implica no pagamento de direito de uso, ao passo que, o GSM por ser um padrão aberto não acarreta tal custo.

### **1.5 General Packet Radio Service (GPRS)**

Tecnologia que aumenta a velocidade de transmissão de dados das redes GSM existentes, permitindo o transporte de dados por pacotes que se reagrupam ao chegar ao seu destino. Dessa maneira, a informação é transmitida de forma mais rápida e eficiente. Além disso, os dados transmitidos são codificados, proporcionando comunicação segura. Permite à estação móvel uma conexão com a internet, permanentemente, sem a necessidade de se estabelecer uma chamada telefônica. Essa tecnologia passou a ser incorporada nos celulares entre a segunda e a terceira geração, a denominada geração 2,5.

### **1.6 Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)**

Tecnologia de telefonia celular 3G que evoluiu do GSM/GPRS. Atinge até dois *Megabytes* por segundo nas transmissões de dados.

### **1.7 Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (OFDM)**

É uma técnica de transmissão baseada na idéia de multiplexação por divisão de frequência (FDM) onde múltiplos sinais são enviados em diferentes frequências. Muitos são familiarizados com FDM pelo uso de aparelhos de rádio e televisão: normalmente, cada estação é associada a uma determinada frequência (ou canal) e deve utilizá-la para realizar suas transmissões. As vantagens da utilização do OFDM são várias, incluindo elevada eficiência espectral, imunidade contra multipercursos e filtragem de ruído simples. OFDM é usado em conexões ADSL; redes locais sem fio, incluindo o padrão IEEE 802.11a/g, redes da área metropolitana e WiMAX, com grande impacto positivo na qualidade da transmissão. Esse tipo de modulação de sinal é considerado a melhor técnica para dotar os celulares de 4ª geração.

### **1.8 Telefonia IP (VoIP)**

Padrão de transmissão em que a voz trafega pela rede de dados (intranet e/ou internet) e não pela rede telefônica comum. A conversa passa por um processo de compressão do sinal elétrico para que este possa viajar pela rede na forma de pacotes de dados. Basicamente um sistema VoIP utiliza a internet para realizar as chamadas telefônicas de voz, ao invés do sistema telefônico comutado. A modulação do sinal elétrico é do tipo OFDM.

## **2 Serviço Móvel Especializado (SME)**

É um serviço limitado especializado, não aberto ao público. Utiliza sistema de radiocomunicação basicamente para a realização de operações do tipo despacho, comunicações de um transmissor para vários receptores, comunicações 1 para N. O SME possui grande clientela corporativa (governo, empresas e grupos de usuários), atraída pelas capacidades de comunicação por telefone e rádio com toda a segurança, porque possui recursos avançados de criptografia e de transmissão dados em alta velocidade. O exemplo

mais conhecido é a *Sprint Nextel Co*, uma das maiores companhias de comunicações do mundo, que opera telecomunicações sem fios na maior rede de longa distância dos EUA, utilizando esse tipo de serviço móvel.

### **3 *Asymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL)**

Linha de Assinante Digital Assimétrica (tradução nossa) é o sistema que possibilita transmissão de banda larga nos cabos telefônicos metálicos já existentes. Através de uma única linha telefônica, é possível, ao mesmo tempo, falar ao telefone e acessar a Internet. Há uma área (0-4kHz) ocupada pela distribuição da frequência usada pela voz no telefone normal PSTN, enquanto as superiores são usadas para o ADSL no modo duplex, simultaneamente, e com protocolo síncrono. Há pelo menos nove padrões de ADSL, com características peculiares.

### **4 Internet sem fio - *Wireless***

As redes sem fio usam tecnologias de infravermelho ou de rádio e podem ser dos seguintes principais tipos:

- *Wi-Fi*: do inglês *Wireless Fidelity*, termo usado para referir-se genericamente a redes locais sem fio, ou WLAN (de *Wireless Local Area Network*), que usualmente inclui os padrões IEEE 802.11. É uma rede local que usa ondas de rádio para fazer uma conexão Internet, ao contrario da rede fixa ADSL ou da fibra ótica da conexão/TV;
- 1xRTT: protocolo de transmissão de dados da geração 2,5G da telefonia celular, relacionado ao padrão CDMA;
- Bluetooth: protocolo por ondas de rádio, para redes pessoais sem fio (WPAN de *Wireless Personal Area Networks*). Usado para comunicação entre telefones celulares de nova geração, computadores portáteis, periféricos e quaisquer dispositivos dotados de um chip Bluetooth.

O padrão Wi-Fi (IEEE 802.11) para aplicações de WLAN tem uma gama de variações sob a mesma designação principal, sendo cada variação assinalada por um sufixo de letra. Os padrões 802.11a, 802.11b, e 802.11g são os mais utilizados e diferenciam-se pela frequência da portadora e a velocidade de transmissão de dados:

- IEEE 802.11a - Portadora Wireless de rede que opera em 5 GHz com taxa de

dados de até 54 Mbps;

- IEEE 802.11b - Portadora Wireless da rede que opera em 2.4 GHz com taxas de dados de até 11 Mbps;

- IEEE 802.11g - Portadora Wireless da rede que opera em 2.4 GHz com taxa de dados de até 54 Mbps.

## 5 WiMAX

O WiMAX<sup>44</sup> (Interoperabilidade Mundial para Acesso de Microondas, tradução nossa) é um padrão de banda larga para Rede de Área Metropolitana, sem fio, definido pelo padrão IEEE 802.16. Este padrão é similar ao Wi-Fi (IEEE 802.11), que já é bastante difundido, porém agrega conhecimentos e recursos mais recentes visando uma melhor performance das comunicações.

O padrão WiMAX tem como objetivo estabelecer a parte final da infraestrutura de conexão de banda larga (a última milha), oferecendo conectividade para uso doméstico, empresarial e em *hotspots*<sup>45</sup>. O maior interesse estará, provavelmente, nos padrões de 802.16d e de 802.16e pela maior penetração nos prédios. É favorável ao trâmite de VoIP, graças ao ordenamento de cada usuário, cujos pacotes competem somente a primeira vez na entrada do Ponto de Acesso, garantindo esta alocação e mantendo alta qualidade do serviço, diferentemente do Wi-Fi, que compete a cada requisição. Possibilitará o estabelecimento de uma rede que oferece conexão de até 75 Mbps em um raio de 50 km. Possui especificação de espectro de RF de 2 a 66 Ghz, não necessitando de visada direta, o que a torna muito interessante para as comunicações de campanha. O benefício crucial da WiMax é a oferta de conexão banda larga em regiões onde não existe infra-estrutura de cabeamento telefônico ou de TV a cabo que, sem a menor dúvida, são muito mais caros.

A Intel executou em Minas Gerais, nas cidades de Belo Horizonte e Ouro Preto, vários testes muito satisfatórios, sendo que, em Ouro Preto, o teste foi considerado como "Prova de Fogo" devido ao relevo montanhoso da cidade. Foram instaladas torres em várias partes da cidade, e deslocou-se uma viatura com três microcomputadores conectados à rede WiMAX, criada no local. Durante o percurso, acessaram a internet *full time* e comprovaram o sucesso do projeto.

---

<sup>44</sup> Worldwide Interoperability for Microwave Access.

<sup>45</sup> Locais servidos por redes de internet sem fio, tais como aeroportos, livrarias, shoppings e etc.



ANEXO A – ILUSTRAÇÕES

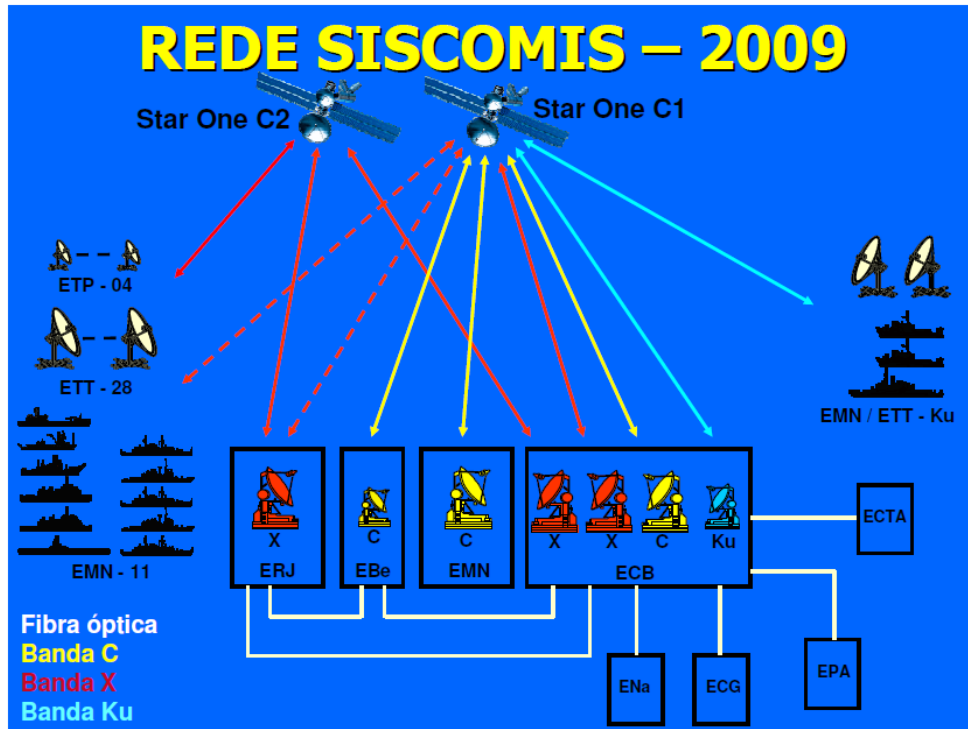


FIGURA 1 – Estrutura de funcionamento do SISCOMIS em 2009.  
 Fonte: SILVA, 2009.

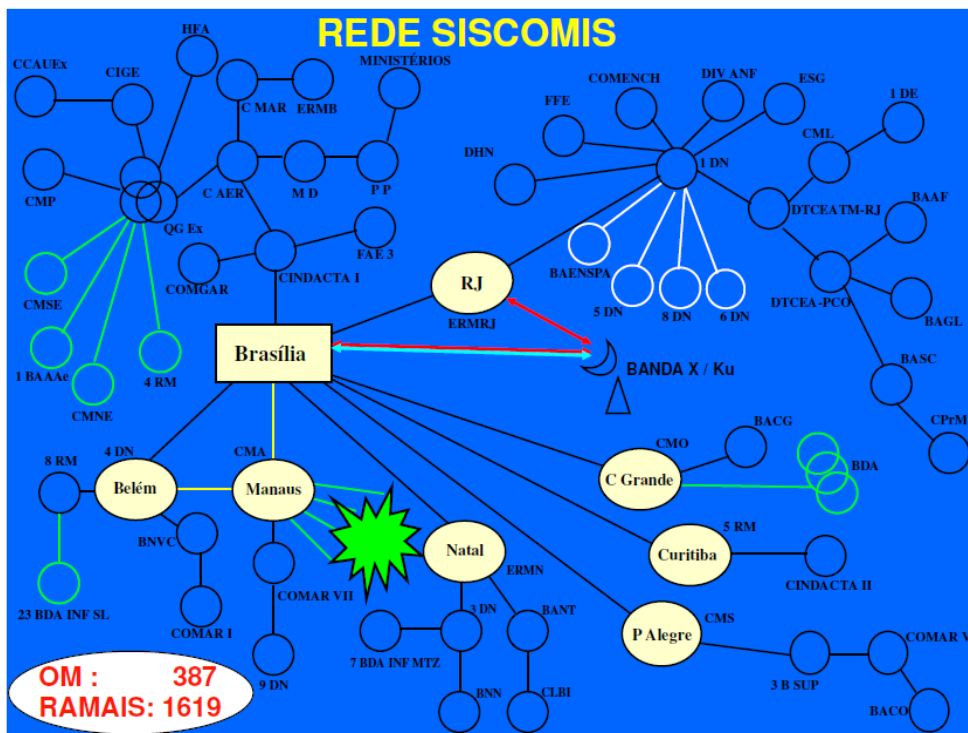


FIGURA 2 – A rede SISCOMIS.  
 Fonte: SILVA, 2009



FIGURA 3 – Estação fixa do SISCOMIS  
Fonte: SILVA, 2009



FIGURA 4 – Estação Tática Terrestre do SISCOMIS  
Fonte: SILVA, 2009



FIGURA 5 – Cobertura geográfica do SISCOMIS e operações realizadas  
Fonte: SILVA, 2009



FIGURA 6 – Interface da Rede Tática de Dados (RTD) com o usuário.  
Fonte: FELIX, 2008.

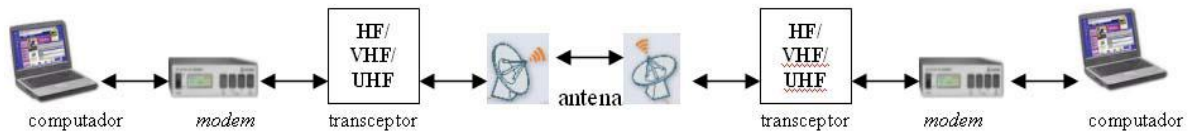


FIGURA 7 – Diagrama em blocos da RTD.

Fonte: FELIX *et al.*, 2006.



FIGURA 8 – Enlace RTD.

Fonte: FELIX *et al.*, 2006.



FIGURA 9 – Diagrama de funcionamento do sistema de rastreamento de veículos.

Fonte: [www.autotrak.com.br](http://www.autotrak.com.br)





FIGURA 10 – Sistema de monitoramento e controle de estações elétricas móveis  
 Fonte: OLIVEIRA JÚNIOR, 2005

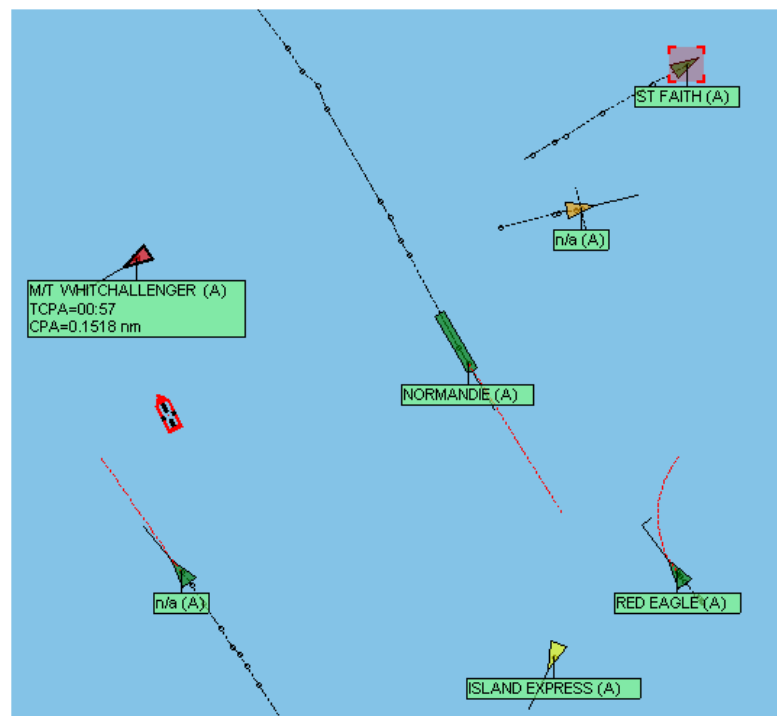


FIGURA 11 – Interface gráfica do AIS com o usuário.  
 Fonte: [http://www.navcen.uscg.gov/enav/ais/how\\_AIS\\_works.htm](http://www.navcen.uscg.gov/enav/ais/how_AIS_works.htm)

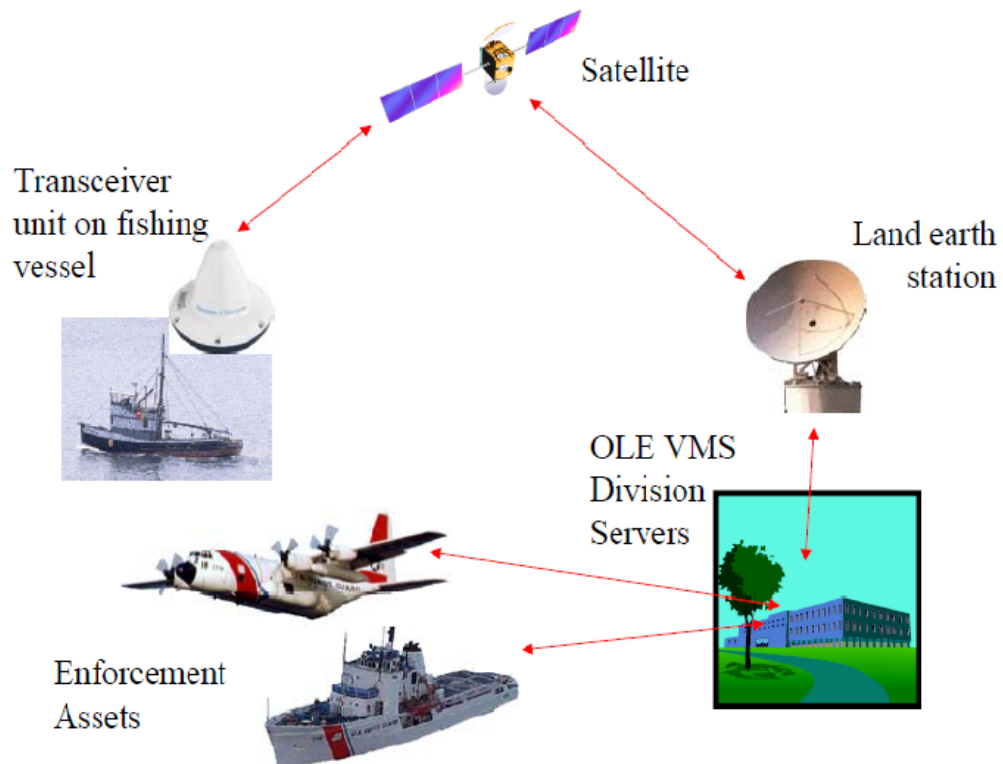


FIGURA 12 – Esquema de funcionamento do VMS no Golfo do México  
 Fonte: <http://www.navcen.uscg.gov>

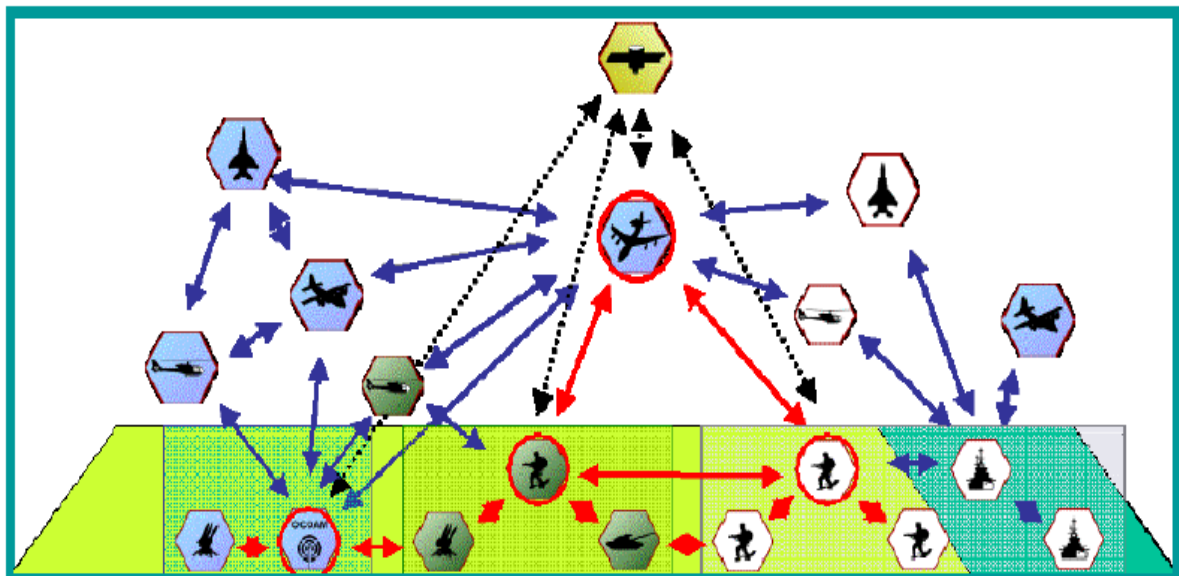


FIGURA 13 – Rede do SISTED.  
 Fonte: CALLAI, 2006.

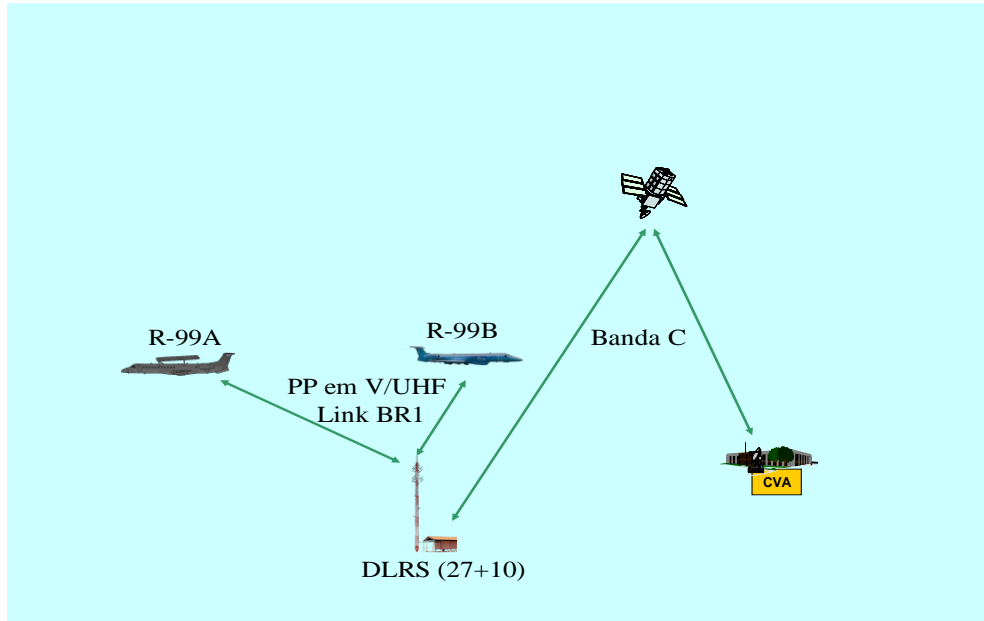


FIGURA 14 – Link BR1.  
Fonte: LESSA, 2003.

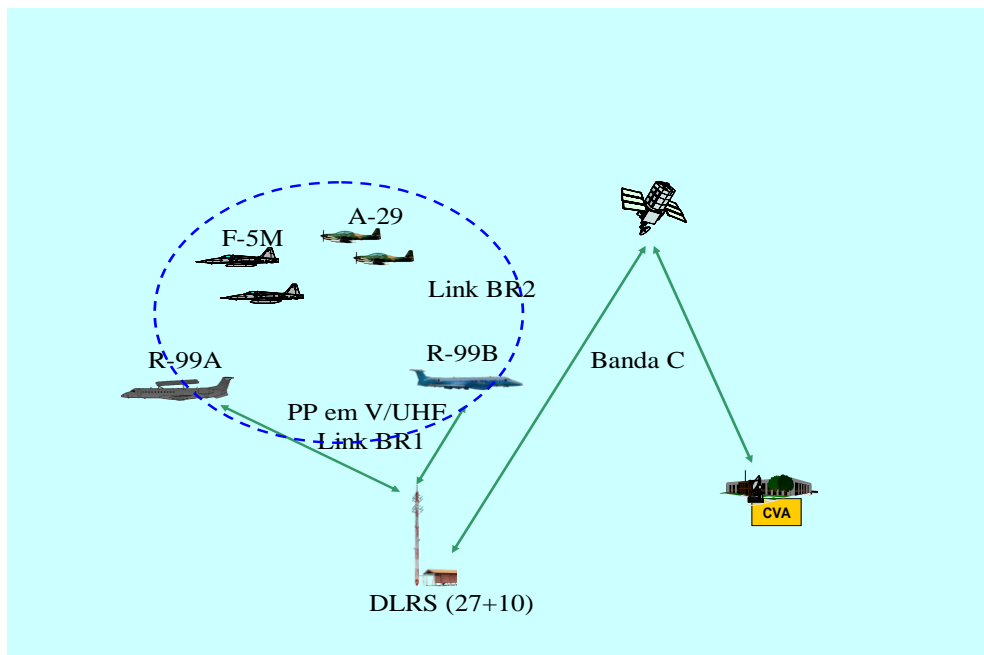


FIGURA 15 – Link BR2 integrado ao BR1.  
Fonte: LESSA, 2003.

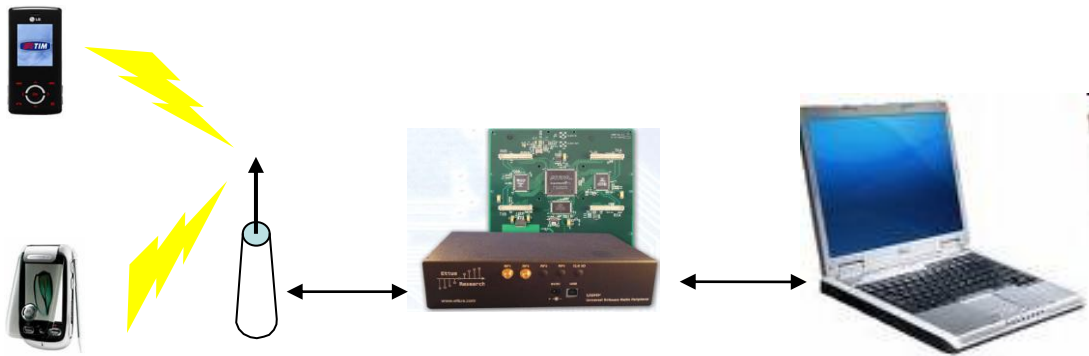


FIGURA 16 – Montagem de uma rede GSM própria.  
Fonte: LOULA, 2009.

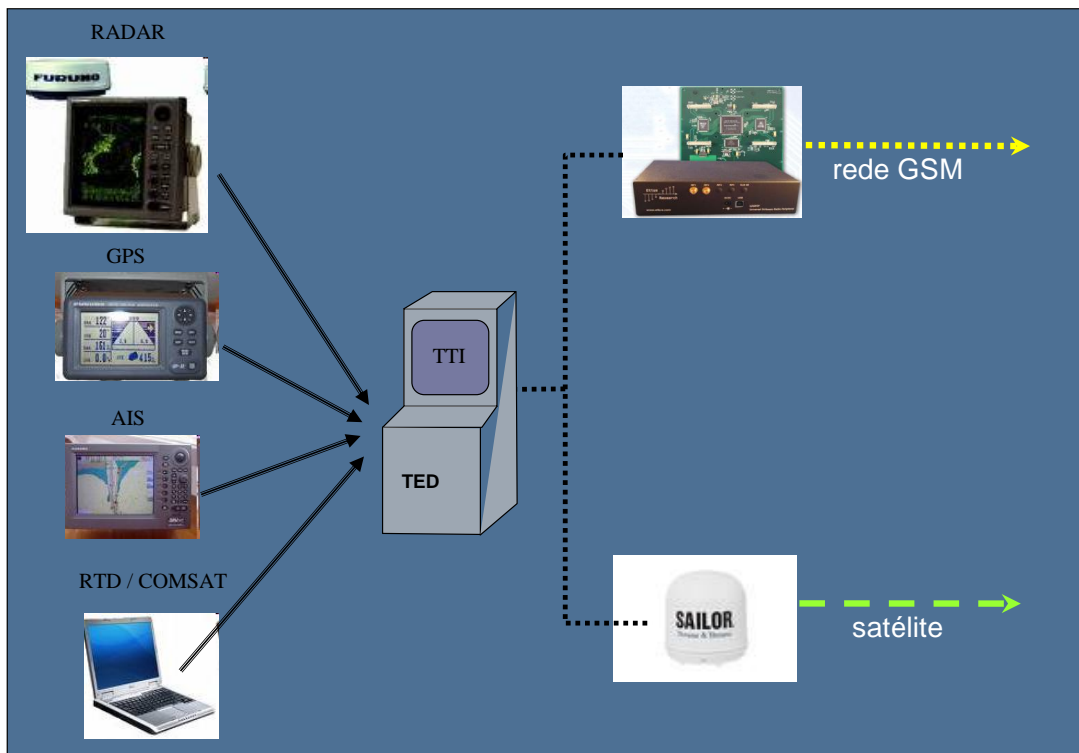


FIGURA 17 – Diagrama de enlace de dados.  
Fonte: concepção do próprio autor.



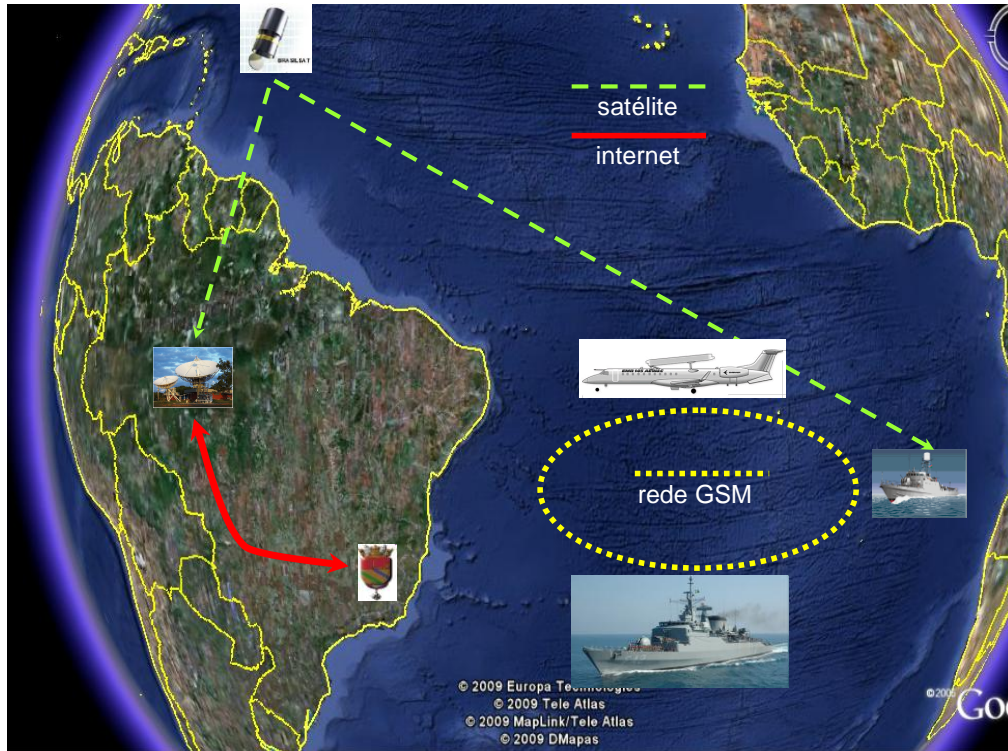


FIGURA 18 – Fluxo de informações do enlace de dados tático.  
 Fonte: concepção do próprio autor.