

Laboratório de Simulação de NCW (Network Centric Warfare)

Wellington Guilherme da Silva – 1º Ten Esp Com

Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica - Av Santa Rosa, 10 – Pampulha - Belo Horizonte – CEP 31.270-750. MG - Brasil
Instituto Tecnológico da Aeronáutica - Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - Vila das Acácias - São José dos Campos - CEP 12228-900. SP - Brasil

Resumo — Este artigo propõe o estudo para a implantação do Laboratório de Simulação de *Network Centric Warfare* (NCW) para a FAB (Força Aérea Brasileira). O conceito de NCW está no compartilhamento de informações advindas dos sensores localizados em diversas plataformas, através de um sistema de comunicações, para a execução do ciclo de Comando e Controle em um teatro de operações. O desenvolvimento de um laboratório de simulação de NCW objetiva avaliar o emprego, treinar as tripulações e desenvolver protótipos para esta tecnologia, sem os custos dos procedimentos convencionais.

Palavras-chaves — *Network Centric Warfare* (NCW), simuladores, treinamento, jogos de guerra, Sistema de Enlace de Dados Táticos, *Data Link*, Comando e Controle, Consciência Situacional.

I. INTRODUÇÃO

Desde os tempos de Sun Tzu até hoje, muito se alterou no teatro de operações, mas alguns princípios continuam vigentes ainda hoje como, por exemplo, a necessidade de conhecer a si mesmo, o inimigo e o terreno. É o que chamamos hoje de consciência situacional.

Houve, desde a metade do século passado, um incremento considerável na velocidade dos vetores e um aumento ainda maior na velocidade da transmissão da informação. Deve-se, portanto, buscar uma coerência entre as concepções de emprego e as tecnologias existentes para alcançar a máxima sinergia no emprego do poder aéreo [1].

Neste contexto, ferramentas vindas das áreas de tecnologia da Informação e de Telecomunicações, utilizadas em aplicações não militares, levaram ao conceito de *Network Centric Warfare* (NCW), o que está revolucionando o emprego das forças armadas e que ficou conhecido como RMA (Revolution on Military Affairs) [2].

Este artigo aborda como as redes de computadores e de telecomunicações deram origem aos Enlaces de Dados Táticos, ou *data links*, como são mais comumente chamados, e estes deram a base para o conceito de NCW. Partindo de uma base teórica sobre redes de computadores, princípios de transmissão de dados e o conceito de NCW, é proposta a criação do LAB-NCW (Laboratório de Simulação de Network Centric Warfare).

Silva, Wellington Guilherme, welsilva@ita.br, Tel +55 12 34974145 - Este trabalho foi elaborado para ser apresentado no IX SIGE (Simpósio de Guerra Eletrônica) a ser realizado no ITA (Instituto Tecnológico da Aeronáutica) no período de 26 a 28 de setembro de 2007.

II. CONCEITOS

A. REDE DE COMUNICAÇÕES DE DADOS

O termo *Network* se difundiu com o emprego das redes de computadores e foi uma das alavancas que impulsionou a velocidade no processamento e armazenamento de dados nas últimas décadas.

O maior exemplo de rede de computadores é a Internet que disponibiliza uma variedade de informações armazenadas em computadores distribuídos ao redor do mundo. A proliferação das redes de computadores e o surgimento da Internet foi possibilitado pela existência de protocolos abertos de comunicação entre os pontos das redes. Os principais protocolos responsáveis pela difusão da Internet foi o *Transmission Control Protocol* (TCP) e o *Internet Protocol* (IP), ambos criados em 1974 [3].

O Interesse nas redes de computadores está no fato de que estas redes utilizam em seus protocolos de comunicação o padrão de sete camadas, ou padrão *Open System Interconnection* (OSI), que é um modelo de referência criado pela International Standard Organization (ISO). Este não é um modelo rígido, mas um modelo de referência. Uma compreensão deste modelo auxilia no entendimento dos enlaces de dados táticos e na implementação do Laboratório de Simulação de NCW. A Fig. 1 apresenta as sete camadas do modelo OSI.

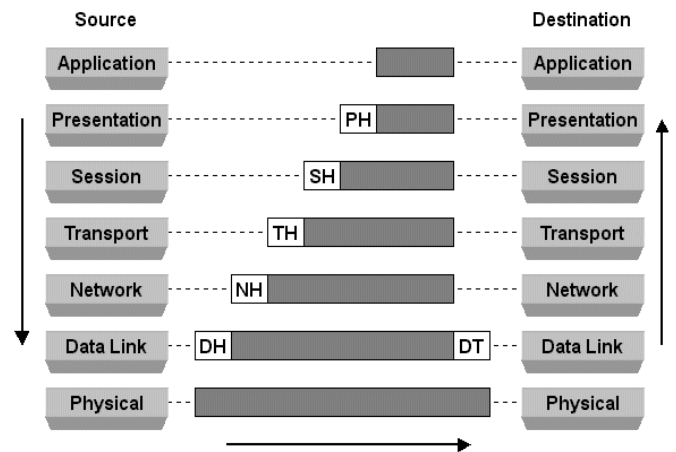


Fig. 1. Modelo OSI (Open System Interconnection) [9]

Cada camada possui atribuições definidas e esta padronização facilita a implementação de novos protocolos e a conexão entre eles. A camada de aplicação é a de mais alto nível, onde a informação está de forma mais clara ao operador. À medida que a informação é passada para as camadas mais baixas, será adaptada ao meio em que será transmitida. Por exemplo: se a voz é disponibilizada para a

camada de aplicação, será codificada em bits por um conversor analógico-digital, os *bits* serão divididos em pacotes, cada pacote será devidamente identificado por cabeçalhos e, na camada física, os pacotes serão modulados de forma adequada ao meio de transmissão, que poderá ser uma onda de rádio frequência modulada em amplitude. O fato, porém, é que a informação a ser transmitida é dividida em pacotes de bits e cada camada acrescenta cabeçalhos a estes pacotes, o que resulta em um aumento na quantidade de bits a serem transmitidos. Assim, menos de 15% da mensagem transmitida representa a informação original [4].

Os protocolos usados nos enlaces de dados táticos não são exatamente como prevê o modelo OSI, o que também ocorre nos protocolos TCP/IP, mas podem ser estudados com base neste modelo [5].

B. ENLACE DE DADOS TÁTICOS

Com o objetivo de aumentar o fluxo de informações no teatro operacional, foram desenvolvidos os Enlaces de Dados Táticos. Os primeiros sistemas de enlace de dados táticos surgiram no início da Guerra do Vietnã, no final da década de 50. Na Força Aérea Brasileira, o estudo para a implantação de um sistema de *data link* teve início em 1995 e resultou com a implantação do Sistema de Comunicações por Enlaces Digitais da Aeronáutica (SISCENDA), sistema responsável pelo gerenciamento e coordenação da implantação do Link BR em emprego no Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM) [4].

Os principais sistemas de *data link* ainda em uso são: Link 11, Link 16, Link YB e Link BR. Cada sistema possui suas características como frequência de operação, transmissão segura, velocidade de transmissão, alcance e número de usuários [4].

O Link 11 foi inicialmente designado como um *data link* para emprego naval, mas posteriormente a Marinha dos Estados Unidos o adotou em sua aeronaves de Alarme Aéreo Antecipado (AEW), do tipo E-2C Hawkeye, em seus S3 Viking e nos P3 Orion.

O Link 16 também chamado de *Joint Tactical Information Distribution System* (JTIDS) teve o início de seus projetos em 1994 e utiliza a técnica transmissão por espalhamento espectral com salto de frequência. Atualmente, o Link 11 permanece em uso com o Link 16, pois a estrutura do Link 16 garantiu a compatibilidade entre os sistemas.

A Marinha do Brasil adotou o sistema Link YB que foi incorporado com a aquisição das Fragatas classe Niterói, sendo uma derivação do sistema britânico Data Link Y. Este sistema opera em rede TDMA (Time Division Multiple Access), como no Link 16.

Para atender ao SIVAM, a Força Aérea Brasileira (FAB) adotou o Link BR que possui, entre outras características, velocidade de salto em frequência e arquitetura TDMA com 32 usuários.

Desde 1996 está em desenvolvimento, por um consórcio de sete países (Canadá, França, Alemanha, Itália, Holanda, Inglaterra e Estados Unidos), o Link 22. Este novo sistema apresenta o conceito de rede e super-rede, conforme apresentado na Fig. 2 [6]. Em um Link 22, uma unidade de controle pode gerenciar até quatro redes formem uma super-rede, cada uma em um meio de comunicação diferente.

Usando a técnica de encaminhamento de dados, é possível que participantes de até oito redes se comuniquem entre si.

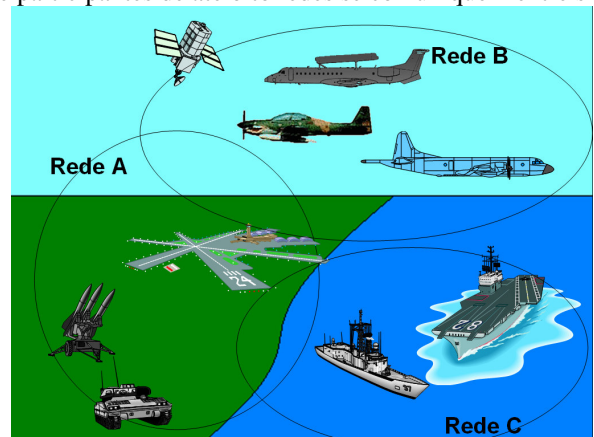


Fig. 2. Link 22 – Redes e Super-redes.

Cada sistema possui vantagens e desvantagens e o que determina se um sistema é melhor, em comparação a outros, é se ele atende às necessidades do operador [4].

C. CONSCIÊNCIA SITUACIONAL

Na era da informação, o diferencial está a favor daqueles que detêm a informação correta em tempo hábil e o desafio é selecionar a informação útil dentre a grande população de dados existentes. Consciência Situacional é o domínio das informações que influenciam no teatro de operações. A Fig. 3 apresenta algumas informações que compõem a consciência situacional no teatro de operações [7].

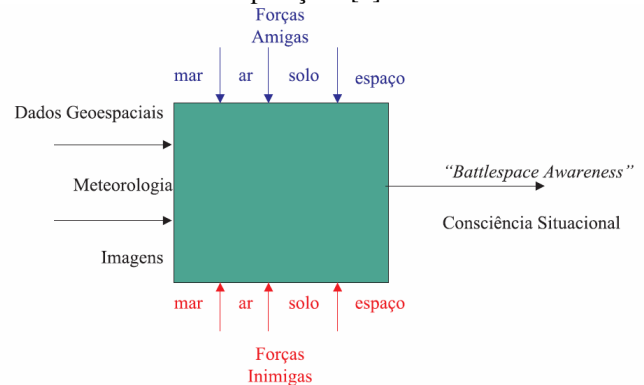


Fig. 3. Consciência Situacional [7].

No teatro de operações todas estas informações estão presentes, mas são disponibilizadas somente para as plataformas que possuem os sensores adequados. O emprego de NCW possibilita o compartilhamento das informações destes sensores entre as plataformas, aumentando o nível de consciência situacional da Força. O aumento da consciência situacional irá facilitar e direcionar o processo de tomada de decisão dentro do ciclo: Observar, Orientar, Decidir e Agir (OODA). Conseqüentemente, o alto nível de consciência situacional é ponto decisivo para que o ciclo de Comando e Controle seja eficiente e eficaz [8].

D. NETWORK CENTRIC WARFARE

A NCW, ou Guerra Centrada em Redes, foi um conceito desenvolvido pelo Almirante Artur Cebrowski, da Marinha

Americana, um aviador naval que se notabilizou pelo seu Comando no porta-aviões *Independence*, durante a Guerra no Golfo [9]. A NCW é uma estrutura semelhante a uma rede de computadores onde os pontos desta rede são as plataformas (estação de terra, aeronaves, navios...) e seus sensores.

O emprego de NCW possibilita alcançar melhores resultados e desenvolver missões que não podem ser realizadas quando comparado a empregos que não utilizam o conceito de NCW. [10]. A Fig.4 apresenta um ambiente de NCW.

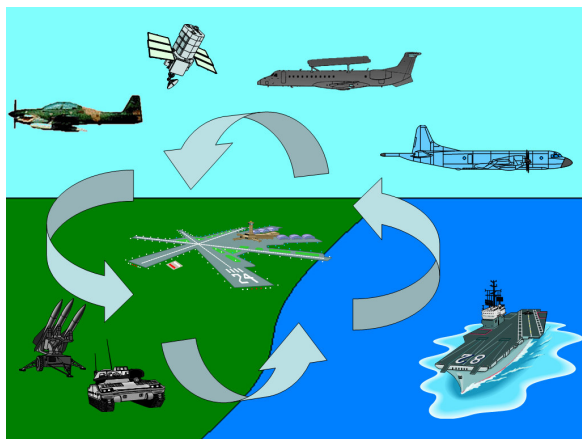


Fig. 4. Visão de um Teatro de Operação em NCW.

O emprego de NCW proporciona, entre outras vantagens, uma maior [11]:

- capacidade de comando, controle e comunicação;
- capacidade de identificação de amigo ou inimigo;
- capacidade de combate;
- capacidade de sobreviver;
- autonomia dos vetores isolados;
- interação entre os vetores; e
- consciência situacional.

Para alcançar seus objetivos uma NCW necessita dos seguintes requisitos [12]:

- enlaces táticos de dados em alta velocidade;
- programas de computadores;
- integridade que garanta a inviolabilidade dos dados por assinatura eletrônica;
- sigilo por comunicação segura (criptografia);
- disponibilidade com redundância de meios; e
- comando descentralizado.

O que dificulta o emprego de forças combinadas na NCW é a diversificação de protocolos em consequência dos diversos tipos de *data link* em uso atualmente. O desenvolvimento de um sistema único a ser adotado por todas as plataformas e por todas as forças armadas de um país e seus aliados é algo que envolve recursos financeiros que nem mesmo as nações mais ricas estão dispostas em investir. A solução, que apresenta um resultado adequado, é o emprego de tecnologias e doutrinas de emprego que possibilitem a co-existência dos de sistemas diferentes em uma mesma rede.

O propósito do Laboratório de Simulação de NCW é avaliar, por meio de simulações, estas tecnologias e doutrinas de emprego.

III. LABORATÓRIO DE SIMULAÇÃO DE NCW

Tradicionalmente, o processo de formação de militares envolve a instrução teórica associada com exercícios de campanha. Sem dúvida, este é um modelo que tem apresentado bons resultados ao longo de anos. Entretanto, com o conceito de NCW, transladando o emprego centrado na plataforma para um emprego centrado em redes, onde plataformas e sensores são de acesso comum, os exercícios de campanha tornam-se complexos e de alto custo devido às consideráveis quantidades de pessoas, plataformas, sensores, armas e demais recursos necessários.

Com o advento da informática, o uso de simuladores teve suas potencialidades, no mínimo, multiplicadas por dez [13]. A simulação permite que procedimentos sejam repetidos até que se alcance o resultado esperado, apresentando:

- baixo custo operacional;
- curto intervalo de tempo;
- ausência de impacto ambiental;
- ausência de risco à vida humana;
- ausência de desgaste e danos aos equipamentos; e
- controle total das variáveis por parte dos instrutores.

O uso de simuladores objetiva que o aluno desenvolva conhecimentos, habilidades e atitudes que o capacite a desempenhar suas atividades de forma adequada em um cenário real. Para tanto, um simulador deve reproduzir o emprego de doutrinas e tecnologias em um ambiente virtual com as características de uma situação real, ou o mais próximo possível do real, sob o controle de um instrutor.

Além de reproduzir, de forma mais fiel possível, a doutrina e as tecnologias a serem simuladas, um simulador deve ser desenvolvido com base nas capacidades que são esperadas dos alunos.

O emprego de simuladores, além de apresentar-se como uma solução para treinamento de pessoal, proporciona um recurso de avaliação de novas tecnologias e doutrinas de emprego.

A empresa Intaero (*International Aerospace*) está desenvolvendo o *Joint Warfare Interoperability Centre* (JWIC) com o objetivo de possibilitar a transição do emprego de meios militares centrados em plataformas para o emprego do conceito de NCW. A Fig. 5 mostra as consoles do JWIC [14].

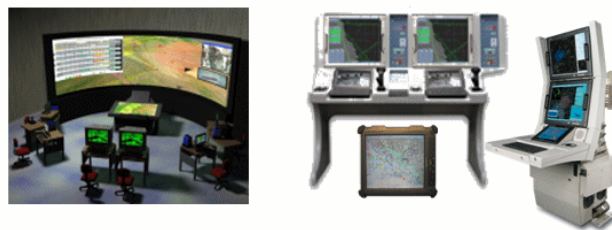


Fig. 5. Consoles do JWIC em desenvolvimento pela Intaero [14].

O JWIC realizará os seguintes serviços:

- demonstrar as tecnologias e conceitos de NCW;
- fundar a base para uma *Network Centric Forces*;
- desenvolver capacidades de interoperabilidade;
- desenvolver protótipos de novas tecnologias;

- modelar sistemas complexos como redes de radares e comunicações;
- apoiar a integração e testes de softwares de NCW; e
- criar um ambiente controlado para interação entre usuários e desenvolvedores.

A - A ARQUITETURA DO LAB-NCW

Pelo objetivo e requisitos de um Laboratório de Simulação de NCW percebe-se que se trata de um desenvolvimento de elevada complexidade e que requer estudos minuciosos para a elaboração de seus requisitos operacionais.

O objetivo do LAB-NCW não é o de capacitar os usuários na operação de suas plataformas e sensores, como em um simulador de voo, mas sim familiarizá-los com os conceitos de NCW. Desta forma, possibilita que os instrutores tenham o primeiro contato com as doutrinas e tecnologias empregadas em um teatro de operações, onde diversas plataformas compartilham informações de seus sensores e tiram o maior proveito desta configuração.

O fluxo de dados em uma NCW pode apresentar certa complexidade dependendo do número de estações e da sua arquitetura. A Fig. 6 apresenta um modelo simplificado de fluxo de dados em uma arquitetura NCW.



Fig. 6. Fluxo de dados em uma NCW.

O LAB-NCW deve reproduzir todos os protocolos, procedimentos e doutrinas de emprego que vierem a ser implementados no ambiente real. Considerando que novas plataformas e sensores poderão ser adquiridos; e que novas doutrinas de emprego podem ser implementadas, o LAB-NCW deve possuir uma arquitetura que seja facilmente configurada. Este objetivo poderá ser alcançado com o uso de uma arquitetura modular de software. A Fig. 7 apresenta esta arquitetura.

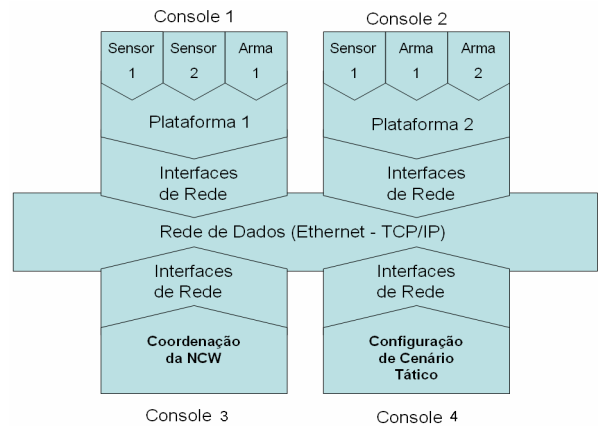


Fig. 7. Arquitetura modular do LAB-NCW.

No exemplo da Fig. 7, há quatro consoles de interação entre os operadores e a NCW representando um cenário tático montado por duas plataformas. Neste exemplo, a plataforma 1 possui dois sensores e um armamento; a plataforma 2 possui um sensor e dois armamentos.

A descrição de cada módulo é apresentada a seguir.

Módulo Plataforma: Este módulo simula a estrutura que poderá suportar sensores, armas e equipamentos de telecomunicações. Exemplos de plataformas: aeronaves, navios, carros de combate, Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle do Espaço Aéreo (CINDACTA), Base Aérea, Comandos de Operações, satélite e Estação Meteorológica de Superfície (EMS).

Módulo Sensor: É o módulo que simula os sensores que estarão associados a uma plataforma com o objetivo de coletar dados. Exemplos: Medida de Apoio à Guerra Eletrônica Equipamento (MAGE), Radar, Radar Warning Receiver (RWR), Missile Approach Warning System (MAWS) e Sonda Meteorológica.

Módulo Armamento: É o módulo que simula os armamentos empregados nas plataformas. Exemplos: mísseis, foguetes, *chaff*, *flare*, metralhadoras, torpedos e minas submarinas.

Módulo Interface de Rede: Simulação dos equipamentos de comunicações entre as plataformas que compõem a NCW. Exemplo: Rádio HF/VHF/UHF, *data link*, linha telefônica e canal de satélite. Uma plataforma pode ter várias interfaces de rede para simular os vários possíveis canais de comunicação entre a plataforma e a rede NCW.

Módulo de Coordenação da NCW: Simulação da estrutura que concentrará todos os dados disponíveis na NCW, possibilitando o desenvolvimento da estratégia de emprego das plataformas com seus sensores e armamentos. É o módulo disponível no Console do Comando da Operação para a realização do ciclo de Comando e Controle.

Módulo de Configuração do Cenário Tático: Este é o módulo a disposição dos instrutores para realizarem a configuração do cenário tático introduzindo as variáveis como: terreno, meteorologia, localização inicial das plataformas e hora da operação, entre outras características que sejam necessárias para a modelagem do cenário.

Cada módulo requer a determinação de seus parâmetros que representam as características dos recursos (plataformas, sensores, armamentos, etc.). As características dos recursos,

desde que sejam perfeitamente mapeadas, poderão ser reproduzidas na simulação.

A interface de rede deve se comunicar com a rede de computadores, que compõem o LAB-NCW, através da camada física, segundo o modelo OSI de sete camadas já apresentado. Desta forma, o custo de implantação, por parte do hardware, ficará reduzido, pois haverá compatibilidade desta estrutura com as tecnologias já existentes e baseadas em protocolos do modelo OSI. O custo preponderante do projeto será o desenvolvimento do software.

O Lab-NCW poderá ser empregado para:

- avaliar virtualmente plataformas, sensores e armamentos antes de sua aquisição ou até mesmo antes do desenvolvimento de seu protótipo;
- realizar treinamento virtual de tropas, tripulações, operadores e tomadores de decisão; e
- implementar e demonstrar novas doutrinas de emprego.

B – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

A Fig. 8 apresenta o fluxograma de uma simulação no LAB-NCW com o propósito de avaliar o emprego de um novo conceito a ser utilizado.

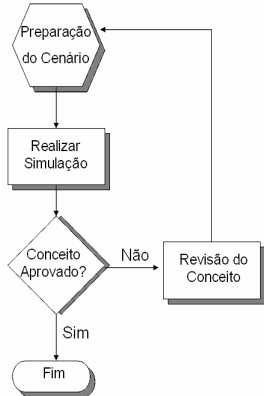


Fig. 8. Fluxograma de treinamento no LAB-NCW.

Uma vez que o conceito seja implementado poderá ser elaborado um cenário de emprego com a configuração das plataformas, sensores, armamentos e demais variáveis do ambiente. Passa-se para a simulação do emprego que se aprovado será homologado, caso contrário será revisto e novamente simulado.

Após o desenvolvimento, simulação e aprovação de um conceito, ou de uma nova tecnologia, este recurso estará pronto para formar, através de instruções simuladas, os recursos humanos que utilizarão o recurso implementado.

O LAB-NCW também será útil em missões reais, utilizado em *briefing* de manobras complexas, como em missões de pacotes. As operações baseadas em NCW terão todos os dados monitorados e armazenados em bases de dados que poderão ser utilizadas para gerar uma crítica da missão e o desenvolvimento de uma base de conhecimento capaz de dar suporte a futuras missões.

As possibilidades de emprego do LAB-NCW, tanto para simulação como para emprego real, são inúmeras e agregam valor no preparo e emprego da Força Aérea.

IV. CONCLUSÃO

Na guerra moderna quem detiver a informação correta, no tempo necessário e aplicá-la de forma eficiente, terá vantagens no teatro de operações. Neste contexto a NCW surge como fator essencial para o sucesso.

O emprego de NCW por um país requer, para sua otimização, a existência de tecnologias e doutrinas comuns às suas Forças Armadas. Esforços conjuntos da Marinha, do Exército e da Força Aérea Brasileira para o desenvolvimento destas tecnologias e da doutrina já estão em curso. O LAB-NCW é uma proposta para efetivar, de forma rápida, eficiente e com baixo custo, a implantação e a manutenção da doutrina de NCW que está sendo implementada.

A proposta do LAB-NCW é fornecer uma ferramenta que possibilite a transição do atual emprego centrado em plataforma para o emprego centrado em rede. Esta é uma mudança que envolve pessoas, processos e tecnologias.

REFERÊNCIAS

- [1] Ribeiro, Nancelio Ramos. "O Impacto das Concepções e Tecnologias no Preparo e Emprego da Força Aérea Brasileira", Revista Spectrum. Brasil, COMGAR, 2000, pp. 7-10.
- [2] Cebrowski, Artur, K e Garstka, John. "Network Centric Warfare: Its Origin and Future", Proceedings, USA, 1998.
- [3] Rudan, John W. "The History of Computing at Cornell University", New York, 2005, pp 181.
- [4] Alves, Sidney César Coelho Alves. "Estudo Conceitual dos Principais Sistemas de Enlace de Dados Táticos Atualmente em Uso no Mundo". Trabalho Individual (Curso de Especialização em Análise do Ambiente Eletromagnético). Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2003.
- [5] Castro, Davi Rogério da Silva. "Data Link nas Operações Aerotáticas", Revista Spectrum, Brasil, 2000, pp 27-31.
- [6] Lockheed Martin UK - Integrated Systems & Solutions. "Tactical Data Links - Link 22". http://www.lm-isgs.co.uk/defence/datalinks/link_22.htm. Página eletrônica na Internet acessada em 01/08/2007.
- [7] Guimarães, Edson Fernando da Costa. "Network Centric Warfare: Uma revolução no campo de Batalha", Revista Spectrum. Brasil, COMGAR, 2000, pp. 14-16.
- [8] Sampaio, Fernando. "Reflexões sobre a Paralisa Estratégica nas Campanhas do Golfo e o processo de Paz", Reunião Mensal de Atualização e Debate. Escola Superior de Geopolítica e Estratégia. Junho. 2004.
- [9] Shien, Chin-Shiuh "Internet Protocol Suite and Ethernet", <http://bit.kuas.edu.tw>. Página eletrônica na Internet acessada em 30/07/2007.
- [10] Wilson, Clay. "Networking Warfare: Background and Oversight Issues for Congress". CRS Report for Congress, USA, 2004.
- [11] Guimarães CC FN, "Evolução do Material do Combatente", Revista Ancora e Fuzis, Brasil, 2007, pp 6-7.
- [12] Dias, João Cândido Marques, "Network Centric Warfare", Revista Passadiço, Brasil, CAAML, Brasil, 2006, pp 44-47.
- [13] Caninas, Oswaldo Peçanha, "O Uso de Simuladores: idéias para marinhas em evolução", Revista Passadiço, Brasil, CAAML, 2005, pp 36-39.
- [14] Intaero, "NCW Simulation and Modeling Environment", <http://www.intaero.com>. Página eletrônica na Internet acessada em 30/07/2007.