

O CAMINHO DA INTEROPERABILIDADE TÁTICA NAS FORÇAS ARMADAS DO BRASIL: O MDLP-Defesa

RAFAEL WAGHETTI SANTOS*
Primeiro-Tenente

TOMÁS DE AQUINO TINOCO BOTELHO**
Capitão de Mar e Guerra (RM1-FN)

SUMÁRIO

Introdução
Enlace de Dados Táticos
Processador de Múltiplos Enlaces de Dados
Táticos e a Interoperabilidade
O MDLP-Defesa
Considerações Finais

INTRODUÇÃO

O presente artigo visa apresentar um sistema que permita a troca de mensagens de dados entre distintos Enlaces de Dados Táticos (EDT) automáticos em Operações Conjuntas (OpCj), no nível tático.

A informação é um bem precioso, sendo que aqueles que conseguirem processá-la e absorvê-la, em momento oportuno, desfrutam de algumas vantagens: a capacidade de antecipação diante de acontecimentos iminentes, a possibilidade de planejar operações com

* Bacharel em Ciências Navais, com ênfase em Eletrônica, pela Escola Naval. Aperfeiçoado em Eletrônica pelo Centro de Instrução Almirante Wandenkolk (CIAW). Atualmente, é aluno do CIAW, cursando especialização em Segurança das Informações e Comunicações (SIC).

** Bacharel em Ciências Navais, com ênfase em Sistemas de Armas, pela Escola Naval. Engenheiro de Computação e mestre em Sistemas e Computação pelo Instituto Militar de Engenharia. Atualmente é gerente do Projeto MDLP no Centro de Análises de Sistemas Navais (Casnav).

maior precisão e a modelagem de certos conhecimentos restritos e privilegiados para o desenvolvimento de novas ideias, tecnologias e investimentos.

Com o surgimento de novas tecnologias nos campos da computação e das telecomunicações e o seu consequente desenvolvimento, foram criadas formas de veiculação e processamento do conhecimento que permitem a aceleração do processamento de dados e da disseminação da informação, conferindo ainda mais poder àqueles que detêm o seu domínio.

A necessidade de redes de comunicações cada vez mais integradas tornou-se um dos objetivos principais das operações militares conjuntas. A lógica é que redes mais integradas tornarão mais fácil alcançar a consciência situacional compartilhada, buscando o poder da superioridade da informação durante qualquer operação (ALBERTS, 1999).

Organizações militares em todo o mundo se tornaram dependentes de enlaces automáticos de dados táticos para compartilhar informações de missão crítica de forma segura e confiável entre plataformas aéreas, terrestres e marítimas. Como os diferentes dispositivos usam diferentes tipos de EDT para comunicação, é necessário um equipamento sofisticado para traduzir as informações entre todos os vários tipos de enlaces.

Hoje há uma desconexão entre os EDT legados e os requisitos militares modernos. Como resultado, os EDT projetados para a maneira como os militares operavam anos atrás são mal-adaptados aos campos atuais de batalha, tecnológica-

mente avançados. Esse é o caso das Forças Armadas (FA) brasileiras, onde estão em uso e em desenvolvimento distintos EDT.

A Marinha do Brasil (MB) utiliza o Yb e desenvolve o Serna. O EDT da Força Aérea é o BR1, e o BR2 está em desenvolvimento. Existem redes táticas no Exército usando Rádio Definido por Software (RDS-Defesa), além dos radares. Em adição, as novas fragatas classe *Tamandaré* deverão vir equipadas com EDT Adelis A, e o Corpo de Fuzileiros Navais está utilizando o roteador militar tático SmartTMR da Elbit Systems.

Observou-se que, no âmbito das FA, cada uma opera com seus equipamentos e doutrinas, e ainda não temos um padrão de troca de informações que permita uma fluidez em operações conjuntas.

O Processador de Múltiplos Enlace de Dados da Defesa (MDLP-Defesa), atualmente em desenvolvimento no Centro de Análises de Sistemas Navais

(Casnav), sob responsabilidade da Subchefia de Comando e Controle da Chefia de Operações Conjuntas do Estado-Maior de Defesa (SC1/CHOC/EMCFA/MD), e, na MB, a cargo da Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha (DSAM), pode ser entendido como um *software* que interliga os dados de tráfego em diferentes EDT.

Duas Provas de Conceito (PdC) foram realizadas em junho e dezembro de 2020, com arquiteturas de comunicações que mostraram resultados promissores quanto a elevar o nível de interoperabilidade entre os EDT das FA.

O uso de múltiplos EDT constitui ferramenta importante para o cumprimento dos

Organizações militares em todo o mundo dependem fortemente de enlaces automáticos de dados táticos para compartilhar informações

requisitos de interoperabilidade nas OpCj. Atualmente os sistemas de Comando e Controle (SisC2) táticos interagem apenas por fonia, sem qualquer possibilidade de troca de dados automaticamente, o que prejudica muito a compilação do quadro tático por uma força em um Teatro de Operações (TO) e a velocidade do ciclo OODA.

ENLACE DE DADOS TÁTICOS

No passado, inicialmente as forças navais estavam limitadas em combater ameaças situadas dentro do horizonte visual. Porém, com a introdução de armas com alcance além do horizonte e de técnicas avançadas de vigilância, os comandantes precisam detectar a atividade inimiga que esteja o mais distante possível, e o compartilhamento tático dessas informações amplia sua capacidade de detecção (SIEMSEN, 1992).

Como forma de sintetizar e facilitar esse compartilhamento de informações, os EDT são elementos que permitem que as unidades de uma força possam compartilhar dados táticos adquiridos e processados por seus próprios sensores, propiciando aos comandantes uma visão global da força e elevada consciência situacional por meio de um quadro tático completo e atualizado, realimentando a estrutura de C2 de um SISC2 e permitindo aos comandantes o envio de ordens e informações às unidades subordinadas.

A definição de EDT, segundo Stoica *et al.* (2016, p. 317), é a de elementos que

consistem em um sistema de C4ISR¹ que provê a troca contínua e em tempo real de dados táticos provenientes de unidades de superfície, submarinas, aéreas e terrestres, sejam elas aliadas, inimigas ou neutras.

Um número cada vez maior de equipamentos geograficamente dispersos gera informações variadas que devem chegar, no menor tempo possível, aos diferentes locais onde se encontra o topo de todos os níveis do processo decisório, envolvendo, portanto, além do nível tático, os níveis operacional, estratégico e político.

Além disso, nota-se a importância de os EDT gerarem informações, eliminarem as distâncias entre as autoridades

decisórias e o local onde se desenrolam as ações militares e manterem-se conectados para que as informações sejam distribuídas entre os componentes dos enlaces.

A Marinha do Brasil, o Exército Brasileiro e a Força

Aérea Brasileira operam EDT que têm características distintas, em face dos requisitos peculiares de seus ambientes operacionais. Apesar dessas distinções, os EDT possuem um conceito operacional comum e básico: trocar mensagens entre seus componentes por meio de equipamentos de comunicações, que ficam submetidos a um controle para evitar as colisões entre as mensagens recebidas pelos componentes.

Nos EDT, geralmente, todos os seus componentes, também chamados de nós, precisam ter a consciência situacional do

**Cada vez mais
equipamentos geram
informações que devem
chegar, no menor tempo
possível, ao topo do
processo decisório**

1 Comando, Controle, Comunicações, Computadores, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento.

ambiente operacional. Assim, eles são equipados com aplicativos que sintetizam as mensagens em informações gráficas.

PROCESSADOR DE MÚLTIPLOS ENLACES DE DADOS E A INTEROPERABILIDADE

O emprego de múltiplos sistemas, de origens distintas, por parte de uma força implica a necessidade de um formato padrão que permita a comunicação entre eles.

Um Processador de Múltiplos Enlaces de Dados (MDLP) é um dispositivo capaz de propiciar a interoperabilidade entre diferentes EDT, Sistemas de C2 e/ou a combinação deles. Normalmente, as informações transmitidas entre esses são basicamente as mesmas e, pode-se dizer, consagradas, pois exigem padrões universais. Uma mensagem textual, por exemplo, deve incluir remetente, destinatários, corpo da mensagem, anexos e registros de tempo de envio e de recebimento.

A padronização de formatos, em primeira vista, não aparenta ser algo complexo de ser determinado e adotado, porém, devido à existência de sistemas e equipamentos legados, que não podem ser atualizados por estarem associados a culturas, procedimentos e doutrinas enraizados por décadas de emprego operativo, aumenta o grau de dificuldade.

Diversas Forças utilizam medidas diferentes de uma mesma grandeza dimensional para empregos táticos. Um MDLP deve ser capaz de receber e enviar informações para cada sistema de C2 ou EDT, respeitando os seus respectivos formatos e sintaxes, bem como as diferentes taxas de recepção e transmissão.

A fim de evidenciar a diversidade de informações trafegadas entre EDT de uma respectiva Força, imaginemos, por exemplo, o acompanhamento de uma

aeronave, embarcação ou viatura. Para que este seja realizado de maneira positiva, suas informações devem incluir suas coordenadas, identificação ou a indicação de ausência de identificação, velocidade, proa, data e hora do registro, identificação de qual plataforma ou sistema originou aquele acompanhamento e, entre outras possíveis informações, a indicação de nível de hostilidade.

Apesar dessas informações serem relativamente simples de serem compreendidas e implementadas, não é possível se obter padronização na sua representação, tendo em vista que cada Força adota, por concepções doutrinárias atinentes a cada uma, diferentes mensurabilidades para uma mesma grandeza dimensional.

Altitudes podem ser expressas em metros ou pés, em valores inteiros ou com casas decimais. Coordenadas geográficas também podem ser expressas de forma relativa a um ponto de referência, como ocorre com localizações polares.

Velocidades podem ser expressas em km/h, nós, número, Mach ou m/s. Proas podem ser expressas em graus, decimais absolutos ou em rumos. Instantes de tempo também podem ser representados em diferentes formatos, como 20h10 de 21/Jun/2011, 212010Jun2021 e ainda 2021-06-21T20:10:52.086Z, entre outros.

Outro aspecto relevante é a interligação de diferentes sistemas de C2 e EDT, que conseguem respeitar as diferentes exigências em relação às escalas de tempo a serem utilizadas.

A exibição de informações de acompanhamento de aeronaves, embarcações, viaturas e tropas a pé, em uma sala de decisões utilizada por autoridades comandantes em nível estratégico, pode ser atualizada em frequência bem menor do que a exibição de um alvo para uma central de controle de um canhão antiaéreo.

Em uma sala de decisões em nível estratégico, por exemplo, uma aeronave pode ter sua localização atualizada a cada 30 segundos, uma viatura a cada um minuto, uma embarcação a cada cinco minutos e uma tropa a pé a cada 20 minutos.

Ainda no caso da sala de decisões estratégicas, a altitude das aeronaves talvez possa ser desprezada. Já a localização de uma aeronave inimiga, que esteja sendo acompanhada por uma embarcação da Marinha e seja repassada para uma viatura antiaérea do Exército, exige a atualização a cada, digamos, cinco segundos, sendo a altitude imprescindível.

Além das diferentes exigências em termos de frequência de atualização de acompanhamentos, na mesma referência citada anteriormente, observa-se que a natureza de cada rede de comunicação dos EDT e de interligação dos MDLP insere a necessidade de compatibilização de diferentes taxas e retardos de transmissão de dados.

Encontrar uma solução eficiente e eficaz para diferentes características de comunicação e requisitos de tempo, certamente, passa pelo armazenamento temporário e pela priorização no envio de informações, com possível descarte nos MDLP.

Um EDT que se utilize do controle de acesso baseado em multiplexação no tempo, como ocorre nas redes TDMA (do inglês Time Division Multiple Access) deve ser capaz de realizar algum tipo de armazenamento temporário para aguardar o intervalo de tempo a ele designado, no qual tem direito de transmitir.

Um enlace com maior taxa de transmissão de dados, que tenha que interoperar com outro enlace com menor taxa de transmissão de dados, também exigirá o armazenamento temporário e, certamente, algum tipo de seleção das informações a serem enviadas.

Observa-se então a necessidade do uso de critérios de priorização. Uma solução pode ser, por exemplo, no caso de acompanhamentos, o envio apenas da localização mais recente de uma determinada aeronave quando mais de uma localização estiver armazenada temporariamente em um MDLP.

As localizações menos atuais podem ser simplesmente desprezadas ou armazenadas por mais tempo, com limite, até que as mesmas possam ser encaminhadas para fins de registro detalhado do percurso feito por aquela aeronave. Mensagens textuais podem ter diferentes classificações de prioridade. Já mensagens textuais de *chat* devem ser priorizadas em relação à entrega de mensagens textuais simples, que não fazem parte de um *chat*.

Um MDLP deve, então, ter capacidade de armazenamento temporário e ser programado com regras de priorização. A interoperabilidade entre diferentes EAD e sistemas de C2 pode transcender a simples necessidade de padronização de formatos e sintaxes. A correta identificação de uma determinada aeronave, viatura ou de uma embarcação, de uma força singular, pode ser necessária em uma outra.

Neste caso, é necessário existir coerência entre as bases de dados dessas forças envolvidas, além da mera transmissão do código de identificação da aeronave em questão.

Tal coerência exigirá, por sua vez, planejamento antecipado e esforço de configuração. Os aspectos citados nos parágrafos anteriores exigem que os MDLP presentes em uma operação conjunta sejam configuráveis de forma remota e, preferencialmente, que seja também possível modificar essa configuração em tempo real. Critérios de priorização e de descarte de informações, bem como informações necessárias para a conversão de formatos e de códigos, devem ser configuráveis.

Os endereçamentos e, conseqüentemente, as definições do que deve ser encaminhado e para quem devem também ser configuráveis previamente e em tempo real. É certo que um MDLP deverá ter seu *software* em algum momento atualizado. Logo, é importante que sua funcionalidade de atualização de *software* seja o mais simples e eficiente possível, podendo ser realizada, preferencialmente, de forma remota.

Neste contexto, a interoperabilidade, definida como a capacidade de um sistema comunicar-se e interagir de forma transparente com outro, é um assunto amplo e complexo, pois no contexto militar são envolvidos elementos tangíveis e intangíveis.

Interoperabilidade, portanto, extrapola a capacidade de intercambiar serviços ou informações, mas depende dessa capacidade para existir. Nessa mesma linha de pensamento, Andreas Tolk (2003) propôs o modelo de interoperabilidade por camadas, o qual foi adotado pelo Ministério da Defesa para estudar e aprimorar a interoperabilidade entre as FA.

O modelo é apresentado em sua forma completa, com todas as camadas e sua estratificação, e em sua forma reduzida, em duas camadas que agrupam todos os blocos anteriores, na forma de interoperabilidade organizacional e interoperabilidade técnica.

A vantagem em se fazer a estratificação por camadas reside em poder identificar e recuperar, em determinada camada, elementos que porventura apresentarem alguma deficiência funcional, bem como sinalizar e identificar prováveis causas de um problema de interoperabilidade.

Além disso, a atribuição de determinadas características a cada camada facilita a implementação da interoperabilidade nos casos de sua completa ausência, pois

permite que as instituições trabalhem por etapas, certificando-se de que todas as características de uma camada foram atingidas antes que os trabalhos sejam aplicados à próxima camada.

A versatilidade do modelo, então, facultava-lhe o uso por qualquer instituição, desde aquelas que queiram apenas avaliar e melhorar os níveis de interoperabilidade até aquelas que ainda não a tenham.

Fazendo-se uma análise do modelo de Tolk, percebe-se uma convergência da camada de conhecimento/consciência em um mesmo nível quando comparado à simplificação de modelo sintetizada pelas camadas de interoperabilidade organizacional e interoperabilidade técnica.

Uma vez analisado que a interoperabilidade organizacional é caracterizada por elementos intangíveis, e a Interoperabilidade Técnica por elementos tangíveis, pode-se interpretar que a convergência em questão tem o propósito de denotar que, para se atingir a interoperabilidade em sua plenitude, é necessário não apenas conhecer os elementos tangíveis e intangíveis que a compõem, mas também ter consciência de todos esses elementos.

Assim, segundo Tolk (2013), a interoperabilidade é maximizada quando todas as características das camadas são observadas. Não atingir esse máximo significa que uma ou mais camadas falharam na contribuição do nível final de interoperabilidade, isto é, uma ou mais características das camadas deixaram de ser observadas.

Ramella (2021, p. 19) identificou a associação que Tolk observou na caracterização dos elementos das camadas por meio de perguntas. Responder a elas permite avaliar o desempenho das camadas e definir o que é necessário implementar para que a interoperabilidade seja aprimorada.

O referido modelo não é imutável, ou seja, admite flexibilidades. Isso representa uma vantagem, pois pode-se substituir as perguntas por afirmações que retratem realidades específicas dos usuários, o que mostra a independência funcional entre as camadas. É possível compartilhar os mesmos objetivos políticos e harmonizar doutrinas sem ter processos e operações alinhadas.

Entretanto a independência funcional não quebra a dependência operacional entre as camadas, que é necessária para que se atinjam os níveis desejados de interoperabilidade. Essa dependência operacional fica notória nas camadas mais baixas do bloco da interoperabilidade técnica. Sem a interoperabilidade física, não há qualquer nível de interoperabilidade, pois não se trocam dados ou informações. Sem a interoperabilidade de protocolos, apesar de haver interoperabilidade física, também não se percebe qualquer nível de interoperabilidade, pois dados e informações ainda não podem ser trocados.

Esse mesmo raciocínio é aplicado até a última camada da interoperabilidade técnica. Nota-se, portanto, o grau de importância desse bloco: sem interoperabilidade técnica, não se percebe qualquer nível de interoperabilidade, porque dados ou informações não conseguem chegar até o bloco da interoperabilidade organizacional. Especial atenção deve ser dada à camada da interoperabilidade física, por onde dados ou informações são efetivamente trocados.

Analisando-se os SisC2 empregados nas FA, como, por exemplo, o SisC2FAB, SisNC2 e SisC2FTer, conclui-se que são sistemas autônomos, que têm a necessidade de adotar soluções peculiares para atenderem às especificidades de seus ambientes operacionais.

Essas soluções estão sujeitas a contínuas evoluções tecnológicas que influenciam

doutrinas e requisitos. Logo, gerenciar a interoperabilidade de um sistema é tarefa que exige constantes avaliações e revisões. Melhor se compreende, assim, a decisão do Ministério da Defesa (MD) de adotar o modelo estratificado de Tolk para aprimorar a interoperabilidade do Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC2).

O MDLP-DEFESA

O desenvolvimento de todos os sistemas componentes do SISMC2 ocorreu no âmbito de cada uma das FA, de forma a atender a requisitos voltados para suas especificidades.

Não obstante, o SISMC2 deve buscar a interoperabilidade dos Sistemas de C2 e das redes de dados com a finalidade de contribuir para a obtenção da consciência situacional nos diversos níveis decisórios (BRASIL, 2015b).

Porém, decorrente deste fato, o que se observou foi que o tráfego de informações, a fim de se concretizar a interoperabilidade, culminava em uma operação centralizada em um único nó, por meio de dados de voz.

De certo modo, esta metodologia evidencia pouca flexibilidade e fluidez de informações para que uma operação conjunta ocorra, além de ser altamente susceptível a fatores adversos que culminem no atraso do tráfego de informações.

A eventual falha do nó central, simbolizada por um operador de fonia, de certa maneira, representa a atuação do fator atrito, conforme descrito por Clausewitz (1982, p.113): “situações adversas as quais surgem durante o transcurso de uma operação normal, mas que aumentam o tempo de sua execução, podendo até resultar na inviabilidade da missão”.

O Ministério da Defesa, visando aprimorar a interoperabilidade do SISMC2

com o menor nível possível de interferência nos sistemas legados, propôs a adoção da arquitetura que permite o compartilhamento automático das informações de interesse comum dos SisC2 e padroniza o modelo de dados a ser usado nesse compartilhamento (BRASIL, 2015b).

A arquitetura em questão deu origem à Plataforma de Interoperabilidade de Comando e Controle (InterC2), que passou a integrar a Rede Operacional de Defesa (ROD)². Portanto, pode-se considerar que a interoperabilidade entre o Siplom e os SisC2 das FA, que estão conectados ao InterC2 por meio de barramento, já atinge a camada 3 do modelo de Tolc.

A implantação do InterC2 limitou-se ao segmento estratégico/operacional. No Teatro de Operações (TO), os EDT, elementos responsáveis pelo compartilhamento automático

das informações entre os SisC2 táticos, permaneceram com o nível mais básico de interoperabilidade, o da camada física.

A Política Nacional de Defesa (BRASIL, 2015) ressalta a necessidade de um sistema de intercâmbio de dados ágil, robusto, seguro e que seja capaz de permitir o trâmite de informações. Nesse sentido, o MD criou um grupo de trabalho para implementar o Sistema Tático de Enlace de Dados (Sisted), que compreende o conjunto dos enlaces de dados estabelecidos entre as FA e cuja finalidade é o intercâmbio de mensagens táticas entre todos os enlaces,

sem interferências mútuas, para que as ações sejam conduzidas com eficiência e eficácia (BRASIL, 2015b).

Os trabalhos do Sisted, todavia, concentraram-se nas camadas da interoperabilidade organizacional, o que representa, em termos práticos, que nada foi implementado na interoperabilidade técnica, deixando a interoperabilidade dos EDT ainda no nível 0 e permitindo ao SISMC2, no máximo, o nível 1, se for considerado que os SisC2 táticos troquem informações por fonia (RAMELLA, 2021, p. 28).

A falta de interoperabilidade técnica entre os EDT das FA prejudica a robustez da consciência situacional do TO e, conseqüentemente, compromete o desempenho de todos os níveis decisórios, desde o tático até o político, tornando o SISMC2 vulnerável e lhe impedindo de atingir o nível 3 de

interoperabilidade determinado pelo MD.

Apesar das adversidades apontadas, o projeto Multi Data Link Processor do Ministério da Defesa (MDLP-Defesa), mostrou ser um fator positivo que integra também o contexto em questão e que, combinado e devidamente explorado, pode ser um dos alicerces de uma solução para a falta de interoperabilidade entre os EDT das FA.

Desde 2005, por meio do projeto Sisted, o Ministério da Defesa tem se empenhado para tornar interoperáveis os EDT das FA brasileiras. Em 2014, a Portaria nº 1.976 criou o Programa Interoperabi-

A Política Nacional de Defesa ressalta a necessidade de um sistema de intercâmbio de dados ágil, robusto, seguro e capaz de permitir o trâmite de informações

2 A Rede Operacional de Defesa (ROD) é a infraestrutura pela qual o Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA) provê a capacidade para o Comandante Supremo exercer o Comando e Controle dos meios a serem empregados (BRASIL, 2019, p. 17).

lidade Técnica de Comando e Controle, que tem escopo restrito ao nível tático e busca agregar, de modo coordenado e observando os preceitos formulados pelo Sisted, os seguintes projetos voltados para SisC2, classificados como principais: RDS-Defesa, MDLP-Defesa, LinkBR255 e Sterna (BRASIL, 2014).

Em 2015, a Portaria nº 2.506 aprovou o documento Conceito de Operações do Sisted, ao qual couberam as principais contribuições acerca do assunto, voltadas, todavia, às camadas da interoperabilidade organizacional.

O Programa Interoperabilidade Técnica de Comando e Controle espera, entre outros, os seguintes resultados: contribuição para que, em operações conjuntas, os SisC2 táticos das FA atinjam níveis de interoperabilidade consonantes com o previsto na doutrina militar de comando e controle e incremento da consciência situacional (BRASIL, 2014).

Aumentar o nível de interoperabilidade transformou-se em tarefa do MDLP-Defesa, já que LinkBR2 e Sterna são EDT independentes, que não interagem entre si, mas são capazes de fornecer informações que incrementam a consciência situacional (RAMELLA, 2021, p. 50).

Os esforços de especificação do MDLP-Defesa acabavam por extrapolar as suas funções, mas, por meio de remodelagem dessas funções, foi possível atribuir-lhes um novo escopo de atuação e uma arquitetura baseada essencialmente em *software*.

O MDLP-Defesa deveria aproveitar as estruturas de *hardware* já utilizadas pelos sistemas das FA e implementar programas computacionais que permitissem as trocas de dados entre os sistemas que não conseguissem interagir. Com base na análise do modelo de Tolk, observava-se que rádios e outras infraestruturas de comunicações

já estavam ocupando a camada de interoperabilidade física.

Compreende-se, assim, este novo escopo de atuação do MDLP-Defesa: utilizar toda a infraestrutura dos conjuntos de sistemas e rádios já existentes nos nós que compõem os EDT e apenas promover a transferência dos dados entre os sistemas desses conjuntos. Reitera-se que os EDT cumprem requisitos específicos de quem os opera. Assim, o MDLP-Defesa deve lidar com diferentes protocolos de comunicação e modelos de dados.

Logo, observa-se que o MDLP-Defesa é um *software* cuja tarefa fundamental é fazer a transferência de dados entre sistemas táticos de enlaces de dados, utilizando o protocolo de comunicação adequado e convertendo o modelo de dados usado por um sistema no modelo de dados usado pelo outro sistema.

A arquitetura representa a divisão em três camadas nas quais o MDLP-Defesa atua: a inferior, que implementa os diversos protocolos de comunicação dos sistemas; a central, que trabalha nos processos necessários às transferências de informações e naqueles voltados para a conversão e a compatibilização dos diferentes modelos de dados usados pelos sistemas; e a camada superior, que implementa os elementos do barramento InterC2, usado para permitir que o TO interopere com os SisC2 do nível estratégico. Todo *software* trabalha sobre uma plataforma de *hardware*, portanto, o MDLP-Defesa deve associar-se a uma delas para executar as suas tarefas.

Retomando-se o modelo de Tolk, observa-se que as demais camadas da interoperabilidade técnica podem ser associadas ao MDLP-Defesa. Tal entendimento deve-se ao seu escopo e às características de sua arquitetura de *software*. Sua atuação na interoperabilidade de protocolos é

clara, porque ele implementa os protocolos que as transferências de dados exigem.

A interoperabilidade de modelo de dados também é contemplada, porque ela faz a conversão de modelos, permitindo que o dado seja corretamente tratado por qualquer sistema.

Finalmente, a interoperabilidade da informação é assegurada, pois, com o dado convertido para o modelo apropriado, a informação pode ser corretamente construída e interpretada.

A modelagem do MDLP-Defesa tem sua motivação pautada na inexistência de uma infraestrutura fixa de comunicações no TO, em que as interações ocorrem da forma para a qual foram projetadas, isto é, voltadas para o seu ambiente específico de atuação.

Nessas condições, não se encontram os requisitos técnicos do barramento InterC2, que é usado em redes cabeadas, com taxas de transmissão mais elevadas, que servem ao nível estratégico.

Tal fato impulsionou a arquitetura de *software* do MDLP-Defesa a ser estratificada em três camadas, conferindo-lhe a versatilidade de tratar variados modelos de dados e múltiplos protocolos de comunicação, incluindo-se aqueles usados pelo InterC2. Essa versatilidade e a característica de atuar nas demais camadas da interoperabilidade técnica com independência da camada de interoperabilidade física ainda conferem ao MDLP-Defesa a capacidade de interagir com outros tipos de sistemas diferentes dos EDT.

O atual cenário tecnológico exige das Forças que se fazem presente em um TO cada vez mais a capacidade de adaptar-

-se a ambientes distintos e uma correta compilação do quadro tático. A Força que melhor processar as informações colhidas no campo de batalha, organizá-las segundo uma orientação e manter sua consciência situacional elevada será hábil para tomar uma decisão em primeira mão e terá maiores probabilidades de tomar a iniciativa no combate.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interoperabilidade é um conceito basilar para se lograr êxito na correta compilação do quadro tático, ainda mais em qualquer tipo de ação que envolva meios distintos. É notório que o emprego dessa característica aumenta significativamente o Poder Militar de uma nação.

Sem ela, os comandantes ficariam limitados às capacidades de suas unidades e perderiam toda a vantagem de operar com recursos em rede.

A aquisição de equipamentos que facilitem a integração das forças em ações conjuntas é vista como decisiva e valiosa por vários países. O Brasil se mostrou determinado em solucionar problemas e entrou em um programa ambicioso que pode deixá-lo ainda mais forte no cenário mundial, o MDLP-Defesa.

Os trabalhos de desenvolvimento do MDLP-Defesa, realizados por militares e servidores civis, no âmbito do Casnav, da DSAM e do IpqM, refletem uma tarefa diuturna e ininterrupta por parte de cidadãos brasileiros que desejam ver o Brasil em posição decisiva e sólida no cenário internacional.

CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<FORÇAS ARMADAS>; Integração; Ministério da Defesa; Operação Conjunta; <SISTEMAS>; Sistema de Informação; Sistema de Informação Tática;

REFERÊNCIAS

- ALBERTS, David; GARSTKA J.; e STEIN F., *Network Centric Warfare, Developing and Leveraging Information Superiority*, CCRP Publication Series, 1999.
- BOTELHO, T. A. T.; SÁ, M. P.; CALVELLI, J. E.; e LARA, P. B. A. de. “Interoperabilidade de Comando e Controle: Barramento de Comunicação SOA”. In: *Sige – Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa*, XVII. 2015, 6 p. São José dos Campos. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1trz8K5U2ymoLIARH-heqoGUEu2YpkThW/view>. Acesso em: 4 jan. 2021.
- BOTELHO, T. A. T.; CECILIO, E. L.; e OLIVEIRA, A. F. A Distributed Architecture for Tactical Data Link Interoperability. In: *International Command and Control Research and Technology Symposium*, 2021, 17 p. Quebec. Disponível em: https://www.sigeold.ita.br/anais/XVIISIGE/pdf/ST_4_2.pdf. Acesso em: 30 out. 2021.
- BRASIL. Ministério da Defesa. MD-31-S-02. Conceito de Operações do Sistema Militar de Comando e Controle (CONOPS SISMC²). Brasília, 2016, 66 p. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/doutrina_militar/lista_de_publicacoes/md31a_sa_02a_conopsa_sismca_1a_edc_2015.pdf. Acesso em: 24 dez. 2021.
- BRASIL. Ministério da Defesa. MD-31-S-02. Conceito Operacional do Sistema de Informação e de Apoio à Decisão Para Comando e Controle (SIADC²). Brasília, 2019, 36 p. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/File/doutrinamilitar/listadepublicacoesEMD/md31a_sa_04a_finala_20a_nova_2019a_1a_edicao.pdf. Acesso em: 17 mar. 2022.
- BRASIL. Ministério da Defesa. MD30-M-01. Doutrina de Operações Conjuntas. 1ª ed. Brasília, 2011a, 240 p. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/doutrina/md30-m-01-vol-1-2a-edicao-2020-dou178-de-15-set.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2021.
- BRASIL. Ministério da Defesa. MD31-M-03 – Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle. 3ª ed. Brasília, 2015a, 48 p. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/doutrina_militar/lista_de_publicacoes/md31a_ma_03a_douta_sismca_3a_edc_2015.pdf. Acesso em: 14 fev. 2021.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Estratégia Nacional de Defesa. Brasília, 2020, 41 p. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/politica-nacionalde-defesa. Acesso em: 4 jan. 2022.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Interoperabilidade de Comando e Controle. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/centrais-deconteudo/noticias/ultimas-noticias/interoperabilidade-de-comando-e-controle>. Acesso em: 12 fev. 2022.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Livro Branco de Defesa Nacional. Brasília, 2012b, 98 p. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-edefesa/livro_branco_congresso_nacional.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.
- CLAUSEWITZ, C. V. *On war*. Princetown: Princetown University Press, 1976, 872 p.
- OLIVEIRA, A. F.; CECILIO, E. L.; e BOTELHO, T. A. T. “Tactical Interoperability with JC3IEDM: Performance Measurements”. In: *International Command and Control Research and Technology Symposium*, 25, 2020, 17 p. Southampton. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1298hi3vAKt9unJdpmGjopfwgPKa2pIoe/view>. Acesso em: 28 jan. 2022.
- POSADA, E. “A Marinha do Brasil e a Era da Informação: a aplicabilidade da Guerra Centrada em Rede”, 2011. Monografia (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) – Escola de Guerra Naval. Rio de Janeiro, 2011. 54p.
- RAMELLA, I. “Uma arquitetura de comunicações para a interoperabilidade das Forças Armadas Brasileiras”, 2021. Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) – Escola de Guerra Naval. Rio de Janeiro, 2021. 68 p.

- SIMENSEN, T. A. “Link-11 Communications”, 1992. 61 p. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento de Sistemas de Telecomunicações) – Naval Postgraduate School, Monterey, 1992. Disponível em: <http://dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a252766.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2022.
- STOICA, A. *et al.* “Tactical Data Link – From Link 1 to Link 22”. *Mircea cel Batran Naval Academy Scientific Bulletin*, [Constanta], v. 19, n. 2, 2016. Disponível em: https://www.anmb.ro/buletinstiintific/buletine/2016_Issue2/MES/317-322.pdf. Acesso em: 25 jan. 2022.
- TOLK, A. “Beyond Technical Interoperability: Introducing a Reference Model for Measures of Merit for Coalition Interoperability”. *In: International Command and Control Research and Technology Symposium*, 8, 2003, Washington D.C. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA466775.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2021.