

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC (AA) Antonio Luiz do Nascimento Abreu

SISMC² A IMPORTÂNCIA DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE
COMUNICAÇÕES MILITARES DE ALTA FREQUÊNCIA (HF) PARA A
INTEROPERABILIDADE E CONTINGÊNCIA APÓS A CRIAÇÃO DO MINISTÉRIO DA
DEFESA

Rio de Janeiro

2021

CC (AA) Antonio Luiz do Nascimento Abreu

SISMC² A IMPORTÂNCIA DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE
COMUNICAÇÕES MILITARES DE ALTA FREQUÊNCIA (HF) PARA A
INTEROPERABILIDADE E CONTINGÊNCIA APÓS A CRIAÇÃO DO MINISTÉRIO DA
DEFESA

Monografia apresentada à Escola de Guerra
Naval, como requisito parcial para a conclusão
do Curso Superior.

Orientador: CF Carlos Augusto de Lima

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo fôlego de vida e pela saúde proporcionados até a conclusão desta caminhada.

À minha família – em especial à minha esposa Marcilene, pelo amor incondicional e pelo apoio enquanto estive ausente durante meus estudos. Aos meus filhos Luiz, Eliseu e Isabel, sementes do amanhã e alegria do meu lar. À minha mãe Filomena, que sempre se orgulhou de todas as minhas conquistas.

Ao meu orientador, Capitão de Fragata Carlos Augusto de Lima, por indicar a rota segura durante a construção deste trabalho.

Aos docentes da Escola Superior de Guerra, pelo trabalho diuturno, pelo atendimento gentil e pela dedicação ao aluno que não os pôde abraçar pessoalmente.

A todos os meus mestres – aqui representados pela figura da Irmã Márcia, minha primeira professora primária – por plantarem cada semente no jardim deste florescido sonho.

RESUMO

As ações militares contemporâneas são carregadas de complexidade e incertezas, por isso, garantir a interoperabilidade e a manutenção das comunicações durante contingências é fator primordial para o sucesso das operações. Nesse contexto, o Sistema Militar de Comando e Controle passou por significativas alterações que resultaram na reestruturação do Sistema Estratégico de Comunicações em Alta Frequência, parte integrante das comunicações empregadas em contingências, emergências e desastres. O presente estudo tem como principal foco analisar os principais impactos dessa reestruturação sobre os resultados necessários à interoperabilidade e contingência de comunicações militares após a criação do Ministério da Defesa. Depois de um eventual colapso dos principais sistemas de comunicações, é imperioso o conhecimento de uma alternativa eficiente, sinérgica e confiável para as Forças Armadas. A partir de uma pesquisa bibliográfica que analisou publicações de órgãos responsáveis pela Defesa Nacional e trabalhos acadêmicos relativos ao assunto, o texto demonstra que essas mudanças visam a permitir interoperabilidade em uma situação de indisponibilidade de outras formas de comunicação, diminuir custos através de uma solução mais adequada, economizar tempo na coordenação de ações e permitir que novas tecnologias aprimorem o emprego de meios.

Palavras-chave: Comunicações Militares. Comando e Controle. Interoperabilidade. Contingência.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	O SISMC² DE HF APÓS A CRIAÇÃO DO MINISTÉRIO DA DEFESA	8
2.1	Histórico do SISMC ² de HF	8
2.2	Conceitos	11
2.3	Análise dos conceitos e das abordagens	15
2.4	Relação e atual relevância entre conceitos	16
3	A INTEROPERABILIDADE DURANTE AS CONTINGÊNCIAS DE COMUNICAÇÕES	17
3.1	Iniciativas para minimizar as dificuldades de interoperabilidade durante as contingências	17
3.2	Análise e discussão das diferentes iniciativas	22
4	A IMPLEMENTAÇÃO DO SECAF COMO RESULTADO À INTEROPERABILIDADE DAS FORÇAS ARMADAS	23
4.1	As mudanças implementadas com o SECAF	23
4.2	Análise das mudanças propostas	27
4.3	Resultados do emprego do SECAF como solução à interoperabilidade e contingência de comunicações das Forças Armadas	28
5	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	32
	APÊNDICES	36

1 INTRODUÇÃO

Após a criação do Ministério da Defesa, em junho de 1999, as autoridades têm se empenhado em fortalecer e incrementar a interoperabilidade entre as Forças Armadas (FFAA). A Estratégia Nacional de Defesa (END), documento que estabelece, entre outros, o caminho para a adequada preparação e capacitação da Marinha, do Exército e da Aeronáutica, apresenta os Objetivos Nacionais de Defesa e neles, cita duas Ações Estratégicas de Defesa (AED) – articular as três Forças Singulares, com ênfase na interoperabilidade (AED-21) e incrementar as capacidades das Forças Armadas para emprego conjunto (AED-22) – que devem ser implementadas para o alcance de tais objetivos (BRASIL, 2008).

Com a base traçada por esse documento, resta ainda percorrer um caminho que empregue, de forma ponderada, os recursos destinados à segurança e à defesa do país, e mais do que isso, é necessário buscar saídas que garantam a contingência de sistemas críticos, sobretudo no que tange às comunicações, para a coordenação de esforços na defesa nacional. Dessa forma, como resultado da busca por tecnologias compatíveis com a vasta gama de atribuições das Forças Armadas, surge o Sistema Estratégico de Comunicações em Alta Frequência (SECAF).

O presente conteúdo consiste em uma pesquisa aplicada, de caráter exploratório e descritivo, que tem como foco principal analisar o impacto da implementação do SECAF sobre os resultados necessários à interoperabilidade e contingência de comunicações das Forças Armadas.

No momento atual, é notório que a defesa nacional vive um novo contexto de necessidades. A escolha do tema sobre a implementação do SECAF e seus resultados justifica-se pela constatação de que em emergências, após um eventual colapso dos principais sistemas de comunicações militares, é imperioso o conhecimento de uma alternativa eficiente, sinérgica, confiável e própria para as FFAA. Nesse cenário, ao permitir a interoperabilidade em uma situação de indisponibilidade de outras formas de comunicação, diminuir custos com a implementação de uma solução mais adequada, economizar tempo na coordenação de ações de Comando e Controle e conhecer novas tecnologias a fim de otimizar o emprego de meios, incentivaremos as operações conjuntas, a fim de contribuir para a preservação e fortalecimento da soberania nacional. Dessa forma, cabe aqui, neste trabalho, entender os processos e as dificuldades na implementação do uso de redes de altas frequências durante as contingências de comunicações e as mudanças propostas com a implementação, principalmente sob a ótica da Marinha do Brasil (MB).

Assim, o tema estudado tratará da avaliação do enlace entre a conceituação e a concretização do sistema e tentará encontrar a resposta à seguinte questão: Qual o impacto da implementação do SECAF sobre os resultados necessários à interoperabilidade e contingência de comunicações das Forças Armadas?

De acordo com o problema de pesquisa, estabeleceram-se os seguintes objetivos: analisar os processos na implementação do Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²) na faixa de HF¹ constituídos no período de 1999 a 2020, descrever os óbices enfrentados para garantir a interoperabilidade durante as contingências de comunicações entre as Forças Armadas e comparar as mudanças propostas da implementação do SECAF com os resultados necessários à interoperabilidade.

No proceder metodológico, o ensaio consistiu em uma pesquisa bibliográfica que analisou edições do Ministério da Defesa (MD), do Estado-Maior da Armada (EMA), do Comando de Operações Navais (ComOpNav), da Diretoria-Geral do Material da Marinha (DGMM), da Diretoria de Comunicações e Tecnologia da Informação da Marinha (DCTIM) e de trabalhos acadêmicos da Escola de Guerra Naval (EGN) sobre os temas: Sistema Militar de Comando e Controle e Sistema Estratégico de Comunicações em Alta Frequência no período de 1999 a 2020. Além disso, também foi realizada uma pesquisa documental em arquivos da Superintendência do Sistema de Comunicações na DCTIM.

Os dados primários, por sua vez, foram obtidos a partir de entrevistas com autoridades envolvidas na implementação do SECAF, entre elas, o Superintendente do Sistema de Comunicações e o Superintendente de Telecomunicações da Diretoria de Comunicações e Tecnologia da Informação da Marinha, amostra representativa no que diz respeito aos diferentes aspectos a serem considerados como visão da MB.

Esta Monografia é composta por quatro capítulos. Na introdução, coloca-se uma visão geral do problema e da pesquisa. O segundo capítulo apresentará um histórico e analisará os pressupostos teóricos e doutrinários aplicáveis ao SISMC² de HF, no contexto das operações militares. No terceiro capítulo, em continuidade, há o intuito de verificar óbices enfrentados para garantir a interoperabilidade durante as contingências de comunicações, considerando os aspectos teóricos e doutrinários da atividade de Comando e Controle. Já no quarto capítulo, serão expostas as mudanças propostas da implementação do SECAF e os resultados necessários

¹ HF (*High Frequency* – Frequência Alta) – Segundo Silva (2011b), a faixa de frequências em HF situa-se entre 3 MHz e 30 MHz e é usada, principalmente, em comunicações a média e longa distâncias. O desafio dessa modalidade de transmissão é vencer obstruções, ultrapassando os milhares de quilômetros através da propagação de ondas que sofrem refrações ionosféricas.

à interoperabilidade das Forças Armadas.

Por fim, o trabalho limitou-se em destacar os aspectos necessários ao funcionamento geral do sistema como alternativa e aplicações práticas, sem prender-se a detalhes técnicos ou especificações de equipamentos a serem utilizados.

2 O SISMC² DE HF APÓS A CRIAÇÃO DO MINISTÉRIO DA DEFESA

2.1 Histórico do SISMC² de HF

As comunicações militares sempre desempenharam papel significativo nas batalhas. Uma das mais célebres menções remonta ao grego Milcíades que, ao perceber a vitória na planície de Maratona contra os persas, enviou um mensageiro a Atenas para comunicar sua conquista. O emissário, Philippides, correu a distância que separa esses lugares até a exaustão e ao dizer as palavras: “- Alegrai-vos. Vencemos!”, caiu morto (GARCIA *et al.*, 2010). Apesar do infortúnio daquele herói, ficou registrado na história o quanto as comunicações são consideradas importantes para o sucesso das batalhas. Esse insigne ato do soldado ilustrou como as comunicações militares dependem diretamente do desempenho dos seus integrantes e das técnicas utilizadas para que a tomada de decisão seja oportuna.

Atualmente, a concepção moderna de emprego das Forças Armadas (FFAA) não comporta a atuação esporádica de indivíduos ou ações solitárias de forças nos conflitos. No Brasil, a combinação de esforços entre Marinha, Exército e Aeronáutica sob coordenação do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas e o emprego correto dos meios são fatores indispensáveis para se obter o máximo de rendimento nas intervenções. Segundo a Doutrina de Operações Conjuntas, o estudo das guerras nos demonstra, de forma inequívoca, que as ações isoladas das Forças Armadas podem obter sucesso, porém as grandes vitórias foram alcançadas somente com ações integradas de forças navais, terrestres e aéreas (BRASIL, 2011). As ameaças contemporâneas sempre exigiram um preparo das Forças Armadas para atuar de forma conjunta, com flexibilidade, versatilidade e mobilidade. Para tanto, não só comunicações seguras e confiáveis, mas um sistema de Comando e Controle² que permita o exercício pleno do comando em ações adequadamente integradas de forças nos diversos teatros é indispensável.

Ainda nesse contexto, o completo entrosamento de procedimentos e ações de C² durante as operações conjuntas entre as Forças não é realizado de maneira simples. Segundo

² Expressão comumente chamada no meio militar de C². “A expressão Comando engloba o comando na tomada de decisão pessoal e subjetiva pelo comandante. O Controle é o processo de acompanhamento, avaliação e correção da decisão adotada” (ADRIANO, 2009, p.12).

Chaves (2014, p. 94):

Neste diapasão, as necessidades operacionais de comunicações pelo Exército Brasileiro estariam erroneamente associadas, exclusivamente, à necessidade do exercício do comando e controle de tropas que se deslocam pelo terreno. Enquanto, a Marinha do Brasil estaria associada, unicamente, as comunicações marítimas, e a Força Aérea Brasileira às comunicações aeronáuticas.

Ocorre, todavia, que buscando atingir plenamente a capacidade de atuação independente, *mutatis mutandis*, as Forças singulares possuem tropas especializadas não apenas na sua principal atividade fim.

Neste sentido, o Exército Brasileiro possui quadros próprios de aviação militar, de artilharia antiaérea e de transporte fluvial de tropas, neste último caso, especialmente na região amazônica. A Marinha do Brasil, por sua vez, possui quadros próprios de aviação militar e de fuzileiros navais, assim como, a Força Aérea Brasileira possui quadros próprios de tropas de infantaria.

Ao considerar essas afirmações, sucede-se a ideia de que as atividades durante tanto tempo exercidas de forma isolada e com poucas oportunidades de usufruir de experiências em conjunto fizeram com que as FFAA desenvolvessem suas próprias culturas de trabalho, apesar de possuírem procedimentos em comum. Por outro lado, contemporaneamente, é inevitável a sincronização de ações como base para a execução de todos os planos operativos.

Não bastou, portanto, no teatro de operações, o esforço para a utilização de um bom sistema de C². Para o alcance da eficiência nas operações conjuntas, as estruturas de Comando e Controle também necessitavam estar integradas. Ainda em relação à Doutrina de Operações Conjuntas, nos planejamentos das Operações, deve-se considerar uma complexidade cada vez maior dos meios das Forças Armadas, o que exige a integração de estruturas de Comando e Controle, de inteligência e de logística (BRASIL, 2011). Esse arranjo, até meados de 1999, carecia de unificação normativa e de coordenação central. As Forças Armadas atuavam de forma autônoma no suprimento de suas necessidades estratégicas, operacionais e táticas. Diante desse contexto de necessidades, em 10 de junho daquele ano, foi criado o Ministério da Defesa como órgão responsável, entre outras atribuições, por atender à padronização de requisitos e à operacionalização de práticas comuns das FFAA.

Assim, foi consequência natural do desenvolvimento histórico ajuntar as FFAA em torno de um ministério único que, em sintonia com outros entes governamentais, tomasse proveito das especificidades inerentes a cada força, aperfeiçoando o relacionamento com os demais órgãos para o cumprimento dos interesses do país. Segundo a Doutrina de Operações Conjuntas, na condução de campanhas e operações, as ações navais, terrestres e aéreas devem estar sincronizadas para se alcançar os objetivos estratégicos e operacionais, em harmonia com os esforços políticos, diplomáticos e econômicos. O objetivo, portanto, é obter a eficácia por intermédio da sinergia das Forças Componentes (BRASIL, 2011). Essa perspectiva tornou cada

vez mais clara e necessária a padronização de requisitos técnicos e de equipamentos de sistemas de comunicações militares, além da normatização da operação em ações conjuntas. Com o desenvolvimento dessas etapas, o Brasil tomou um novo rumo, objetivando desenvolver suas capacidades nos assuntos referentes à defesa nacional.

A partir de então, o Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA), órgão do Ministério da Defesa, centralizou o controle da doutrina e dos procedimentos técnicos quanto ao SISMC² em HF, editando manuais e criando normas para esse setor. Tal conduta, ainda que tímida, pôde ser evidenciada com a criação da Companhia de Comando e Controle (Cia C²), organização militar do Exército Brasileiro cuja missão foi apoiar complementarmente a instalação e manutenção dos sistemas de comunicações da Força Terrestre Componente e também de realizar a integração necessária nos níveis operacional e tático nas operações conjuntas das Forças Armadas (CHAVES, 2014) e com a edição, em 2016, do Conceito de Operações para o Sistema Estratégico de Comunicações em Alta Frequência (SECAF)³. O planejamento desses passos, aos poucos, conduzia a Defesa Brasileira ao desenvolvimento de soluções mais econômicas e racionais, principalmente quando se trata da especificação de equipamentos, em um cenário onde é cada vez maior a escassez de recursos. É possível dizer, portanto, que a criação do Ministério da Defesa deu às Forças Armadas a organização e a orientação necessárias quando centralizou a coordenação do SISMC², deixando-as desimpedidas para melhor desempenharem suas atribuições na paz e na guerra.

Esse ajuste no curso da história do SISMC² de HF não impediu que as FFAA desenvolvessem simultaneamente outras formas de comunicação. A transmissão por satélite, por exemplo, surgiu com possibilidades maiores para o envio de grandes quantidades de informações. Em contrapartida, se tornou evidente a necessidade de avanço em medidas que também tornassem o sistema de comunicações menos vulnerável a ataques e a ações de serviços de inteligência de outros Estados. Chaves (2014) comenta que o Brasil nunca possuiu um sistema de comunicações estratégicas integrado. Sua obra nos alerta que o Sistema Brasileiro de Comunicação Militar por Satélite (SISCOMIS) possui como subsidiária da Embratel, a empresa privada Star One S.A., o que não garantiu assegurada a soberania no uso dos satélites. Almeida (2020) também acrescentou que o enlace satelital sempre foi mais complexo de se estabelecer e mais caro que o relativo em HF, desde o projeto, o uso e a manutenção. Assim, apesar do desenvolvimento de novas tecnologias, o HF sempre teve sua importância, ainda que

³ O SECAF emprega redes de comunicação em alta frequência (HF) e faz parte dos recursos de conectividade que integram o SISMC² (BRASIL, 2015).

pouco empregado efetivamente. Tal caminho acentuou a presente necessidade de utilização de formas mais econômicas de transmissão e com tratamentos que utilizem o espectro eletromagnético de forma mais segura, utilizando métodos de proteção não convencionais.

2.2 Conceitos

A fim de garantir os pilares de sustentação argumentativa para a discussão proposta neste trabalho, faz-se necessário, em primeiro lugar, apresentar alguns conceitos e suas principais características. Segundo Borges (2007), a quantidade de informação disponível durante as ações militares supera em muito a capacidade cognitiva do ser humano. Assim, depende-se cada vez mais de sistemas que processem e apresentem informações, além de propostas de melhores opções para escolha. O processamento tempestivo e eficaz dessas informações é parte do processo denominado Comando e Controle (C²). Convém neste ponto mencionar que esse sistema envolve duas capacidades, a de disponibilizar as informações “Controle” e a de analisar e decidir o que será realizado a partir dos dados obtidos “Comando”. Portanto, a autoridade na resolução dos problemas está intrinsecamente ligada à função de comandar, e nesse caso, à execução da ação militar.

Contudo, há, ainda, abordagens de caráter mais completo e abrangente, que se destacam na literatura, como a apresentada pela Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle:

O Comando e Controle é, simultaneamente, ciência e arte. Ele trata do funcionamento de uma cadeia de comando e envolve três componentes imprescindíveis e interdependentes: a) autoridade, legitimamente investida, da qual emanam as decisões que materializam o exercício do comando e para a qual fluem as informações necessárias ao exercício do controle; b) processo decisório, baseado no arcabouço doutrinário, que permite a formulação de ordens e estabelece o fluxo de informações necessário ao seu cumprimento; e c) estrutura, que inclui pessoal, instalações, equipamentos e tecnologias necessários ao exercício da atividade de comando e controle (BRASIL, 2015, p. 15).

Ao se analisar o trecho, é possível verificar que a autoridade também está presente e é considerada o primeiro componente do C². Segundo Chaves (2014), a justificativa para a centralização de poder de decisão em uma única pessoa reside no simples fato de que ela é mais rápida, se observada num contexto de operações militares, onde as saídas devem ser buscadas acertadamente e em poucos segundos. O homem, nessa concepção, não é um mero ator na resolução dos problemas, nesse caso, será também o responsável direto pelo sucesso ou desar da missão.

O segundo componente trata do processo de decisão, que engloba todo o conhecimento e informações envolvidos na problemática a resolver. De acordo com o que

escreveu Borges (2007), o processo de Comando e Controle depende não apenas da rapidez no processo decisório, mas de características intrínsecas às informações recebidas, tais como: disponibilidade, tempestividade e confiabilidade. Nesse encadeamento, são consideradas as ferramentas que fundamentam as ações subsequentes dos comandantes, que visam diminuir a imprevisibilidade de atos que podem influenciar até mesmo a sobrevivência de um Estado. Essa difícil avaliação, quase sempre, é influenciada pela consciência situacional do espaço de batalha.

Além dessas definições, a apresentada pelo Glossário das Forças Armadas destaca o Comando e Controle como parte de um sistema militar – o SISMC² – e nele, passam a integrar as instalações, os equipamentos, as atividades desenvolvidas em comunicações, a doutrina e os procedimentos, além de todo o conjunto humano necessário para que o comandante possa planejar, dirigir e controlar as ações em sua missão para a consecução de um objetivo específico (BRASIL, 2015b). Como é bem colocado, novos atores fazem parte do conceito, que se torna mais abrangente e complexo à medida que se apresentam novas necessidades.

Para efeito do desenvolvimento deste conceito, com o advento de novas tecnologias, vários campos vêm se somando ao Comando e Controle. Assim, segundo Corrêa (2010) é comum algumas obras apresentarem siglas que destacam funções específicas do Comando e Controle: as variantes C³ (Comando, Controle e Comunicações), C³I (Comando, Controle, Comunicações e Informações), C³I² (Comando, Controle, Comunicações, Informações e Interoperabilidade), C⁴I (Comando, Controle, Comunicações, Computação e Informações) e C⁴ISR (Comando, Controle, Comunicações, Computação, Informações, Vigilância e Reconhecimento) e C⁴ISTAR (Comando, Controle, Comunicações, Computação, Informações, Vigilância, Aquisição de Alvos e Reconhecimento) acrescentam mais valores às atividades iniciais. Porém, Corrêa acrescenta que o fundamento conceitual não foi alterado, qual seja, dar consciência situacional a quem comanda a ação. Ao se observar com atenção a proposição do autor, é possível notar que a função das comunicações aparece em todas as variantes. Isto ocorre porque o alicerce dessa complexa estrutura, uma vez firmado, será forte o suficiente somente com boas e rápidas trocas de informações.

Como aponta Silva (2015), a atividade de C² possui um papel preponderante no sucesso de quaisquer atividades militares, sendo as comunicações vitais para permitir as coordenações necessárias entre comandos e/ou unidades militares, no cumprimento das suas respectivas missões. Vale, portanto, acrescentar que isso torna fundamental a garantia dos resultados através de redundâncias e da possibilidade de operar os recursos essenciais, ainda que em contingência. Somente dessa forma podem-se garantir ações que aumentarão a eficácia

no cumprimento de uma missão militar.

O SISMC², por sua vez, é o sistema que permite um fluxo invariavelmente disciplinado e rápido de todas as mensagens. As dificuldades em comunicações, a partir do estabelecimento dessa infraestrutura, já se apresentam a partir do primeiro instante. Segundo a Doutrina de Operações Conjuntas, os sistemas de comunicações geralmente possuem um número de canais ou largura de banda insuficientes para atender a todas as necessidades (BRASIL, 2011). Isso, aliás, é uma inevitabilidade que merecerá mais destaque adiante no trabalho. Portanto, a organização do cenário das ações e a apresentação de informações úteis ao decisor dada pelo SISMC², só será bem aproveitada se outro desafio for enfrentado, o da interoperabilidade.

Para contextualizar a importância que as comunicações exercem sobre o tema interoperabilidade é preciso, primeiramente, entendê-lo conceitualmente. Sua formulação, segundo a concepção das operações militares, surgiu com o desenvolvimento da *Doctrine for Joint Operations* pelos Estados Unidos, primeiramente na Organização do Tratado do Atlântico do Norte, onde buscou-se defini-lo como sendo a habilidade de concentrar unidades e forças distintas, com o objetivo maior de operar integradamente elevando o nível de efetividade da ação (FREIRE, 2014). Com essa evolução foi possível englobar o “comando e controle, a doutrina, os procedimentos, os equipamentos, a logística, a cultura organizacional, a educação e a formação, o treino operacional e mesmo a interação das forças militares com outros intervenientes” (SANTOS, 2009, p. 19). Antes desse estudo, as ideias sobre interoperabilidade destacavam apenas a parte técnica, relativa principalmente ao armamento e aos sistemas de comunicações. Portanto, mais uma vez, a quantidade de informações e o grande número de enlaces que elas têm de percorrer até o decisor denotam o valor de um sistema de controle confiável.

Quando tratamos de trabalho em conjunto entre FFAA é importante distinguir as modalidades de operações militares e suas peculiaridades. Assim, os tipos de operações podem ser: Conjuntas, Combinadas/Multinacionais ou Interagências. As de maior envergadura e que exigem um emprego também maior de elementos pertencentes a mais de uma Força Armada são chamadas Operações Conjuntas (BRASIL, 2011). O Glossário das Forças Armadas, por sua vez, acrescenta ao texto que as operações têm propósitos interdependentes ou complementares e são realizadas mediante a constituição de um Comando Conjunto (BRASIL, 2015b). Essa redação deu destaque ao comando único como responsável pelo sucesso e pela sinergia das ações. Ao considerar todo o contexto, os princípios de economia de forças, de recursos, a objetividade e a manutenção de unidade de esforço são objetivos também atingidos nessa forma

de operação.

Outro tipo de abordagem para emprego a ser entendido é o de Operações Combinadas, nelas, segundo o Glossário da Forças Armadas, FFAA Multinacionais agem sob a responsabilidade de um comando único (BRASIL, 2015b). Convém pontuar que na doutrina americana, apesar de se considerar estreita a ligação, os termos combinadas ou multinacionais são diferentes. O primeiro trata de um acordo realizado por dois ou mais países no sentido de agirem com objetivos comuns. O segundo se refere ao acordo que uma coalisão de países faz, de dimensões bem maiores que o primeiro. Tem-se como exemplo dessa variante, a operação *Tempestade no Deserto*, que deu início à Guerra do Golfo, onde aproximadamente 50 países participaram do esforço no Iraque (FREIRE, 2014). Nesse caso, uma maior combinação de doutrinas é requerida, o que implica na inevitabilidade de boas redes de comunicações.

Ainda uma terceira modalidade pode ser pontuada: as Operações Interagências. Nelas, a interação das FFAA com outros entes do Poder Nacional tem a finalidade de conciliar interesses e coordenar esforços que atendam ao bem comum, numa mesma ação e com economia de recursos com eficiência, eficácia, efetividade⁴ (BRASIL, 2015). Nessa forma de operação, os novos conflitos no cenário mundial, decorrentes de ações não-militares, combinam a necessidade de atuação entre diferentes órgãos do governo. Um exemplo bem-sucedido dessa modalidade é o da Operação *Ágata* e as realizadas durante a Copa de 2014 no Brasil. As Forças Armadas, o Exército Brasileiro especificamente, participaram de missões com outros órgãos com o intuito de gerar coordenação das ações para garantir a lei e a ordem no grande evento (CAMPOS, 2017).

Em um contexto em que as FFAA precisam cada vez mais serem utilizadas operando com outros elementos do Poder Nacional, surge também a necessidade de comunicações em situações de calamidades e desastres. Segundo Almeida (2020), o sistema de comunicações que possui uma bagagem histórica de usos em operações militares, comunicações de emergência, principalmente em áreas com ocorrência de desastres, e controles aéreo e marítimo é o de HF. Porém o que mais pesa que pesa em favor das comunicações em HF é o fato de que utilizam um recurso natural, no qual a propagação eletromagnética não necessariamente utiliza um serviço intermediário de codificação ou decodificação do sinal transmitido. (WANG; DING; WANG, 2018 *apud* ALMEIDA, 2020). Por isso, o uso de

⁴ Eficiência, eficácia e efetividade possuem significados diferentes, como forma de ficar mais compreensível o que se pretende alcançar com os tipos de operações. Dessa forma, “maior eficiência (menores custos por unidade de resultado), eficácia (consecução das metas antecipadas) e efetividade (manutenção da eficácia no tempo para uma mesma taxa de eficiência) com menores custos” (RAZA, 2012, p.25).

comunicações em HF é interessante durante situações críticas ou de extrema falta de recursos. A demonstração da relevância das comunicações utilizando essas características seria suficiente para justificar seu emprego, mas não menos importante seria a alta disponibilidade de meios necessários para garantir o êxito das ações.

Ao longo da discussão, o conceito de redundância também surge como peculiar nas necessidades militares. A ideia é duplicar os componentes críticos de um sistema, a fim de aumentar a confiabilidade no processo como um todo (BRASIL, 2015). Para Luddy (2005) a tecnologia será sempre exposta e não é robusta suficientemente para suportar ataques, redes devem ser resistentes, flexíveis e redundantes. Complementarmente, Silva (2011a), em seu trabalho, ressalta que a redundância também é usada para prevenir falhas que possam comprometer o sistema. Com base nas pesquisas dos autores citados, é possível afirmar que a redundância de comunicações não deve ser desconsiderada nos planejamentos, essa é a maneira mais simples de se garantir a disponibilidade de meios. Além disso, pode ser crucial em casos em que a rede de comunicações principal estiver inabilitada para uso.

A contingência também é um fator a ser considerado na temática das comunicações militares, ela tem o propósito de salvaguardar a continuidade operacional dos sistemas empregados e a plena recuperação das informações em caso de qualquer incidente de segurança. Sempre que algum fato anormal impeça ou afete a operação de algum componente crítico ou que uma sucessão de eventos coloque em risco processos ou informações do SISMC² um plano de contingência é ativado (BRASIL, 2011). Dessa forma, fica assegurado o funcionamento dos sistemas mesmo em condições adversas ou imprevistas.

2.3 Análise dos conceitos e das abordagens

Ao levar em consideração os estudos e definições já elaborados, entende-se que seja qual for o conceito atribuído ao Comando e Controle, pode-se considerar que diversas informações deverão ser analisadas e o desfecho da reflexão dependerá da validade dos dados e das ações que a autoridade investida no comando tomar. Vale ressaltar que, segundo Viveiros (2007 citado por ADRIANO, 2009) a autoridade, ao estar diante de um cenário dinâmico e amplo, percebe que o aprimoramento do processo decisório é essencial para garantir a vantagem competitiva e nessa circunstância, a atividade de Comando e Controle (C²), o sistema e o decisor são componentes essenciais. De acordo com a análise anterior, o próprio Adriano (2009) percebe que independentemente da definição, a atividade de C² emprega uma estrutura intrincada realizando o processo de tratamento da informação para disponibilizá-la para o decisor. Na mesma linha de argumentação, Correa (2010) acrescenta que num cenário múltiplo,

difuso e diante da gama expressiva de informações, pode-se supor que o processo decisório seria inexequível para um comandante desprovido de um sistema de Comando e Controle.

Quando se analisa a necessidade de interoperabilidade em operações militares, pode-se supor que esse conceito torna mais eficazes as ações, além de completar capacidades específicas de cada Força. Segundo Souza (2010), a interoperabilidade é uma necessidade no emprego conjunto de Forças e ao caminhar para estágios mais avançados, permite intensificar o poder combatente. No mesmo rumo, os estudos de Pessoa (2017) dão conta de que o emprego de Forças em conjunto são verdadeiros fios condutores que objetivam para mudanças nos mais diversos campos das áreas de segurança e defesa. Assim, parece lógico afirmar que interoperabilidade é a forma mais inteligente de se obter efetivamente uma maior vantagem nas batalhas.

Já a redundância, não pode ser entendida simplesmente como o ato de manter mais de um equipamento operando em níveis aceitáveis, mas como segurança no alcance dos objetivos da missão. Como retratam Camilo, Moura e Salles (2020), essa necessidade está associada aos princípios gerais das redes de comunicações. Portanto, além de cumprir os princípios básicos inerentes ao tema, é também aceitável a premissa de que a redundância fortifica a consecução do objetivo da missão.

2.4 Relação e atual relevância entre conceitos

Na investigação dos processos de implementação do SISMC², após a criação do Ministério da Defesa, percebe-se que a atuação das FFAA é submetida a um contexto quase ilimitado de nuances operacionais. Nessa direção, Chaves (2014) relata que as comunicações militares são, por esse motivo, capitais como instrumento de integração das operações militares. O lançamento aéreo de suprimentos, o desembarque de tropas em uma costa marítima, a escolta de comboios logísticos e terrestres são atividades que, diferentemente do meio civil, são realizadas em um ambiente instável e imprevisível. Por essas razões, parece coerente afirmar que a implementação do Sistema de Comando e Controle é importante para a sintonia entre as ações das Forças Singulares, tão somente quando permite a organização de dados recebidos através de boas e rápidas comunicações.

A melhora na organização da doutrina é outro ponto relevante a ser considerado. Conclui-se, com base na entrevista (apêndice B), que a aprovação, em 2016, do Conceito de Operações para o Sistema Estratégico de Comunicações em Alta Frequência (SECAF) foi um marco relevante que merece ser citado durante o histórico de implementação. Na mesma perspectiva, Chaves (2014) reconhece o esforço do Ministério da Defesa em planejar as

políticas de emprego de comunicações, especialmente as destinadas à aplicação conjunta das FFAA, porém, aponta que ele ainda está distante do arquétipo ideal. Isso fortalece o argumento de que muito ainda precisa ser realizado para o desenvolvimento pleno da capacidade interoperacional das FFAA.

Outro aspecto a ser ressaltado, atualmente, é o da importância que o SISMC² em HF recebe como contingência de outros sistemas. Apoiado no resultado da pesquisa de campo (apêndice B) é possível perceber que definir e adotar, em conjunto, protocolos e formas de onda em HF comuns às Forças Armadas, tem impacto direto na busca de integração das comunicações a fim de permitir a interoperabilidade em contingência. Dessa forma, a importância desse tipo de transmissão é corroborada ao que Almeida (2020) acrescenta, quando relata que o enlace em HF é simples de se estabelecer e barato em relação a outras formas de transmissão.

As comunicações em HF se distinguem das demais quando empregadas em situações em que poucos recursos estão disponíveis. A abordagem de Almeida (2020) detalha que a robustez das comunicações em HF a ataques e ameaças é superior à dos satélites, seu meio de propagação entende-se ser indestrutível e possui a vantagem de ser simples e econômico para quem as utiliza. Tal assertiva corrobora ainda mais para a confiança do emprego desse tipo de comunicação em situações de contingência.

Quando nos debruçamos sobre a interoperabilidade, na linha de argumentação de Freire (2018), constata-se que a partir das modalidades conjuntas, combinadas e interagências, há o entendimento de que a coordenação entre forças levaria ao melhor enfrentamento das ameaças. Para tal fim, sustenta-se que a interoperabilidade levaria a resultados mais concretos. Não obstante a dificuldade em implementá-la, ela vai estar sempre presente em discursos de defesa. Esses aspectos merecem maior destaque e serão discutidos no próximo capítulo.

3 A INTEROPERABILIDADE DURANTE AS CONTINGÊNCIAS DE COMUNICAÇÕES

3.1 Iniciativas para minimizar as dificuldades de interoperabilidade durante as contingências

Após a criação do Ministério da Defesa, a doutrina de emprego conjunto das FFAA foi revista. Em conformidade com essas diretrizes, a Estratégia Nacional de Defesa (END) destaca que a interoperabilidade e permanente prontidão operacional no atendimento às hipóteses de emprego, integrando forças conjuntas, ou não, são capacidades desejadas para as Forças Armadas (BRASIL, 2008). O Livro Branco de Defesa Nacional, por sua vez, cita que o

Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas é o órgão que “exerce papel fundamental na execução da END, pois é o responsável por coordenar programas de interoperabilidade com a finalidade de otimizar os meios militares na defesa do País, na segurança de fronteiras e em operações humanitárias e de resgate” (BRASIL, 2018, p. 44). Diante da nova regulamentação, o Ministério da Defesa tem envidado esforços para que os planejamentos contemplem progressivamente a interoperabilidade. Ao permitir essas mudanças, foi adotada uma nova concepção das operações, que passou a prever não só a troca de informações entre Forças, mas também o emprego de uma melhor infraestrutura para os fluxos de dados.

Apesar da revisão de doutrina e de todos os documentos decorrentes dessa nova organização, muitas dificuldades continuam envolvidas nas ações, que implicam imperfeições nos resultados. Uma delas é a de que o processo de planejar e o de realmente realizar as operações em conjunto pode ser incompleto, uma vez que o comandante da ação pode optar por determinar atuações individuais para as Forças (SLOAN, 2008 *apud* FREIRE, 2018). Nessa circunstância, Piffer (2014) adverte que a doutrina conjunta deve necessariamente normatizar procedimentos padronizados. A ideia de se instituir um modelo a ser seguido é importante para que o comandante tenda a seguir, em detrimento do benefício individual de cada arma, as disposições acordadas nos planejamentos. Aqui, convém ressaltar a tarefa do EMCFA em conduzir a unificação doutrinária, estratégica e operacional das Forças (BRASIL, 2008).

Uma das iniciativas daquele Estado-Maior, nesse sentido, foi o de estabelecer o Conceito de Operações do Sistema Militar de Comando e Controle (CONOPS SISMC²) e assim descrever as diretrizes, necessidades operacionais e expectativas dos que atuam no SISMC². Para tanto, a norma esclarece que cada Força tem sua missão e seu propósito, e que o sistema oferece informações nos níveis estratégico, operacional e/ou tático. Em função disso, identificar, integrar as informações e usá-las adequadamente não é uma tarefa simples nem, muito menos, espontânea (BRASIL, 2011). Porém, após adotado este modelo, passou-se a considerar os recursos fundamentais para permitir o rápido fluxo de ordens.

Num sistema ideal, devem ser exploradas as capacidades de ligações permanentes ou temporárias entre escalões superiores, de mesmo nível e subordinados para controle das operações. Assim, na abordagem da Doutrina de Operações Conjuntas (2011), os enlaces permanentes devem ser estabelecidos no órgão de comando central, o Ministério da Defesa (CC²MD) e nos comandos operacionais de cada Força, o Comando de Operações Navais (CCTOM) da MB, o Comando de Operações Terrestres (CC²FTER) do EB, o Comando Geral de Operações Aéreas (COGAR) e o Comando de Defesa Aeroespacial Brasileiro (CODA) da FAB. Já os temporários seriam, quando ativados, os Comandos Operacionais específicos

(CC²COp) e os dos Contingentes Brasileiros em Forças de Paz (CC²FPaz). Dessa forma, estaria estabelecida a rede de comunicações necessária para permitir o escoamento das determinações, além de dar conhecimento, em tempo real, da situação operacional das Forças. Essa rede, também denominada Rede Operacional de Defesa (ROD) é a produtora dos enlaces de comunicações de dados militares.

Após o estabelecimento da rede operacional, o principal canal de comunicação de dados operacionais militares é organizado através do Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS). Como aponta Silva (2015), o emprego do satélite permite atingir pontos onde há inexistência de outros meios físicos de enlace, o que permite a flexibilidade de acordo com a necessidade de agilidade de comunicações. No entanto, de acordo com os estudos de (SEQUEIRA *et al.*, 2018), o tempo estimado de vida de um satélite é de 20 anos e o custo da produção, instalação e manutenção das comunicações nessa modalidade é elevado se for comparado com outros meios. Somam-se a esse aspecto as vulnerabilidades desse canal, que apesar das melhores práticas de segurança não estão imunes a ataques. Pode-se tomar por exemplo os registros de *hackers* por parte de um grupo russo denominado “Turla APT”, que invadiu vários satélites comerciais com o intuito de obter dados sobre os governos, militares e diplomatas da Europa e dos Estados Unidos (KHANDELWAL, 2015). Por esses motivos, é importante a investigação e o estudo de outras modalidades de comunicações.

Durante os preparativos das ações, faz-se necessário entender que não basta o estabelecimento dos enlaces de comunicação para garantir a interoperabilidade, pois a integração dos processos na troca de informações entre sistemas para resolução de demandas tem destaque na intrincada análise a nível técnico. Segundo o Conceito de Operações do Sistema Militar de Comando e Controle (2016), é legítimo estabelecer níveis de interoperabilidade entre as Forças⁵. Assim temos:

a) Nível 0 ou sistema isolado (ambiente manual) – o sistema não possui ou não permite conexões eletrônicas com outros sistemas. A transferência de informações ocorre somente por meio de ação humana, utilizando-se mídia transportável;

b) Nível 1 ou sistema conectado (ponto a ponto) – sistema conectado a outro eletronicamente e capaz de transferir e receber informações;

c) Nível 2 ou sistema funcional (ambiente distribuído) – sistema conectado eletronicamente em rede, capaz de transferir e receber informações entre sistemas e aplicativos

⁵ O SISMC² adota o modelo de referência LISI (Levels of Information Systems Interoperability), empregado pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), no qual são definidos cinco níveis (de 0 a 4) de interoperabilidade.

que possuam modelos de dados diferentes, independentemente de suas respectivas localizações na rede;

d) Nível 3 ou sistema interoperável por domínio (ambiente integrado) – sistema conectado eletronicamente em rede, capaz de transferir e receber informações entre sistemas e aplicativos agrupados por domínio (modelos de dados, regras de negócios e processos são estabelecidos por domínio). É permitida a interação direta entre bases de dados de diferentes domínios e é permitido o acesso a múltiplos usuários; e

e) Nível 4 ou sistema interoperável por empreendimento (ambiente global) – todos os dados, informações, domínios, sistemas e aplicativos integrantes são compartilhados. É permitido o acesso a múltiplos usuários, simultaneamente, quando conectados à rede.

Ao se adotar essa graduação, é possível estimar, com maior efetividade, o quanto um sistema interage com outro na resolução de diretrizes. Percebe-se também nesse contexto que a conquista do nível 4 é um esforço necessário e viável através de um estreito planejamento para que os aspectos técnicos estejam coordenados com os organizacionais, a fim de manter uma contínua evolução do processo.

Quando se considera um cenário com normas e regras mais ajustadas, a testagem dessas diretrizes e o estabelecimento de contingências passam a ser os próximos passos no caminho da interoperabilidade. Santos (2009) aponta em seus estudos que através do treinamento e dos exercícios em campo a interoperabilidade é mais bem percebida, pois ela proporciona conhecimento mútuo quando pratica a doutrina e as técnicas que foram planejadas. Também permite identificar problemas de integração em procedimentos e equipamentos. No mesmo contexto, exercícios conjuntos são realizados para diminuir as dificuldades e aumentar essa aproximação, um bom exemplo, nesse caso, é o da Operação Ágata. Como relata Freire (2018), a Operação Ágata pode ser considerada como uma evolução das operações conjuntas, isso porque o desenho operacional desse tipo de missão une a Doutrina de Operações Conjuntas com a participação de outras instâncias do poder público, o que proporciona a provação ideal para as comunicações e enlances entre os diversos protagonistas da operação. Dessa forma, fica ressaltada a importância do adestramento das Forças e da prática constante para aprimorar metodologias. Pode-se observar, portanto, que os exercícios são indispensáveis para se estabelecer o grau de convergência das ações, o que implica intensificar o poder combatente das Forças.

No entanto, é importante entender que o trabalho em conjunto deve ser considerado um objetivo a ser alçado gradualmente. Tolk (2003) estabeleceu um modelo para que a

interoperabilidade seja plenamente atingida. A Fig.1 demonstra que vários aspectos que excedem o escopo dos sistemas são apresentados.

FIGURA 1 - Camadas de interoperabilidade em coalizão



Fonte: TOLK, 2003, p. 14 (tradução nossa)

Tal abordagem reforça a importância do cumprimento de estruturas ordenadas e contínuas, apesar da complexidade envolvida nas ações. Convém acrescentar que, destacados na porção inferior da figura, existem outros requisitos envolvidos no estudo que são igualmente importantes: os requisitos para a interoperabilidade técnica.

A diversidade de concepções técnicas de sistemas é um fator de preocupação no estabelecimento de comunicações durante as operações em conflitos ou situações de defesa. Os enlacs estabelecidos para o SISMC² foram assim organizados para atender a funções específicas dos atores envolvidos em seus teatros de operações. Conforme o Conceito de Operações do SISMC² (2016), a complexidade da missão do sistema traz impactos à viabilização da interoperabilidade do nível estratégico ao tático, devido à utilização de sistemas historicamente concebidos, gerenciados e operados com absoluta autonomia pelas Forças. Assim, sem a adequada governança dos ciclos de vida dos sistemas, riscos operacionais são impostos e podem comprometer toda a rede da Defesa. Não se pode esquecer que outros recursos são passíveis de serem empregados, tais como: os meios próprios de outros órgãos governamentais, redes de dados e de telefonia pública e a própria Internet. Neste ponto, cabe examinar o porquê dessa necessidade.

Todas as atividades na cadeia de comando são realizadas em uma rotina, sequência e ritmo ditados pela necessidade de tomadas de decisões e, por sua vez, seguem um fluxo disciplinado e rápido, porém desordenado de chegada de informações. Para Viveiros (2007), a informação é a matéria prima de valor e essencial ao exercício de C². O comandante, ao apreciar

essas informações sobre o ambiente, o inimigo e sobre suas próprias forças, pode realizar o processo decisório com mais assertiva e controle. Contudo, os dados analisados a partir desse conceito, além da tomada de decisão necessariamente em um curto intervalo de tempo, requerem uma contínua e segura ligação com o teatro de operações. Essa ligação, devido ao valor intrínseco que a validade das informações recebe, denota a imperiosa necessidade de redundâncias e contingências ao conjunto de enlaces de comunicações.

Como se pode observar, toda a temática técnica é um aspecto que merece destaque no estudo. Não se pode prescindir dos equipamentos adequados para a operação das comunicações. O Conceito de Operações do Sistema Militar de Comando e Controle indica que a necessidade de recursos técnicos é ampla e que os sistemas de informação e comunicações são insuficientes para atender toda a demanda. A isso soma-se o trâmite intenso de informações entre as Forças que atualmente não é um processo automático e o uso dos enlaces de dados ainda limitado por restrição financeira e de pessoal. O desafio a ser vencido é o de planejar e coordenar o emprego desses poucos recursos, de maneira a atender às necessidades para o cumprimento da missão (BRASIL, 2015). Por essas circunstâncias, o uso da transmissão em HF em contingências desponta e é justificável, uma vez que são necessárias apenas duas estações, cada uma equipada com rádio e antena. A economia de custos e a independência de outros entes para ativação, torna essa alternativa viável em momentos de indisponibilidade de recursos e de colapso de sistemas capitais.

3.2 Análise e discussão das diferentes iniciativas

O modelo encontrado pelo Ministério da Defesa, ao iniciar o desenvolvimento pela revisão da doutrina, se mostrou apropriado. Tal abordagem é corroborada por Chaves (2014), quando ressalta a importância que a mudança institucional com a criação do MD teve para as comunicações militares no Brasil, no tocante ao regramento e à centralização de esforços para interoperabilidade e eficácia do emprego conjunto das FFAA. Porém, a argumentação de Freire (2018) lembra que, apesar de todo o empenho para uma normatização adequada, ela pode ser insuficiente devido ao aspecto cultural que caracteriza cada Força Armada de forma individual. Portanto, a afirmação de Tolk (2003), de que a interoperabilidade depende de aspectos organizacionais além do domínio técnico, pode ser considerada razoável devido a esses fundamentos.

Em seus argumentos, Freire (2018) considera que a integração de sistemas pode ser entendida como um dos elementos de grande importância para se alcançar a interoperabilidade. Tal abordagem é complementada por textos do Conceito de Operações do SISM^{C2}, que indicam

as dificuldades de elevação do nível de interoperabilidade entre as FFAA e escritos de Pessoa (2017), que acrescentam a necessidade de sinergia e coordenação de ações. Tais considerações reforçam a concepção de que a interoperabilidade resulta de um esforço conjunto e gradual de vários atores, além de sistemas com grande intercâmbio de informações.

Ao tomar as operações interagências como exemplo, Freire (2018) demonstra que existe uma complexidade de ações a serem desenvolvidas por diversos entes institucionais, que demandam uma sintonia obtida unicamente através de constantes exercícios. No mesmo caminho, Branting e Perla (1986) acrescentam que os exercícios reais têm seu foco em como fazer e verificar como as coisas realmente são, o que permite às FFAA testar suas doutrinas e seus planejamentos. Essas perspectivas reforçam o pressuposto de que a melhoria na capacitação e a prática de treinamentos comuns impactam diretamente no grau de interoperabilidade e na melhora de comunicações entre as FFAA.

Conforme apresentado ao longo desta seção, foi possível perceber as nuances inerentes à interoperabilidade de comunicações entre as FFAA. Assim, se proporcionou uma visão geral que deu suporte ao início da análise da implementação do SECAF, foco do que será avaliado na próxima seção deste trabalho.

4 A IMPLEMENTAÇÃO DO SECAF COMO RESULTADO À INTEROPERABILIDADE DAS FORÇAS ARMADAS

4.1 As mudanças implementadas com o SECAF

As comunicações em HF possuem características versáteis que podem ser aplicadas para atender aos mais diversos requisitos operacionais. Segundo Wang, Ding e Wang (2018), essa modalidade de transmissão ultrapassa milhares de quilômetros através da propagação de ondas que sofrem refrações ionosféricas. Dessa forma, ela vence as dificuldades que outros tipos de transmissão, como a *Over The Horizon* (OTH)⁶, não conseguem. A abordagem de Dantas (2006) acrescenta que quando o tipo de comunicação utiliza a refração intrínseca de ondas em camadas ionosféricas, ela é classificada como *Beyond Line-of-Sight* (BLOS)⁷. Por essas características, a banda HF é largamente utilizada para comunicações a longas distâncias. O autor ressalta que nessas camadas ocorre uma grande variação nas condições de propagação,

⁶ *Over The Horizon* (OTH) - Sigla em inglês que significa transmissão além do horizonte.

⁷ Os enlaces entre as estações podem ser estabelecidos por linha de visada direta (*Line-of-Sight* – LOS) ou além da linha do horizonte (*Beyond Line-of-Sight* – BLOS), por retransmissão terrestre ou via satélite (RODRIGUES, 2020)

que resulta em um canal com altas taxas de perdas. Além disso, a limitação de banda (em 3kHz, tipicamente) inerente aos sistemas em HF leva a comunicações com baixas taxas de transmissão ($\leq 10\text{Kbps}$).

O alcance, estendido em relação a outros tipos de transmissão, decorre do uso de características das camadas ionosféricas que estão a uma distância de aproximadamente 140 a 1.000 Km de altitude. Além dessas qualidades e da independência de qualquer outro meio intermediário para se estabelecer contato entre as estações, a transmissão em HF também é utilizada em operações navais e aéreas de patrulha marítima, no controle de tráfego aéreo, na comunicação com plataformas de petróleo em alto-mar e, em especial, nas missões de busca e salvamento (MOREIRA e ARRAES, 2016). Esse último caso reforça a importância desse tipo de comunicação para a salvaguarda da vida humana no mar, onde há incertezas quanto ao local exato de naufrágios e de acidentes marítimos. Assim, por mais que possa parecer ultrapassada, essa modalidade de comunicações tem destaque perante as demais, porque pode, nessas situações, deixar de ser empregada como meio contingencial para assumir o caráter primário nas conexões.

Para que as comunicações possam estar estruturadas, é necessário compor enlaces viáveis entre os meios empregados. Por esse motivo, a Rede Operacional de Defesa (ROD) foi prevista, além de proporcionar capacidade de exercer C² pelo Ministério da Defesa, em especial pelo Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas, nas operações conjuntas e singulares, desde o nível estratégico até o nível tático (BRASIL, 2011). A ROD, como dito anteriormente, fornece as interligações através de seu segmento espacial – o SISCOVIS – e o emprega como principal canal por prover a conectividade necessária para o estabelecimento de ligações de voz, dados e imagens. Dessa forma, faltaria prever uma maneira de atender a uma possível contingência desse sistema e conservar as comunicações em funcionamento. Nesse cenário, foi concebido o SECAF.

O SECAF, por sua vez, é um sistema integrante do SISMC² e da mesma forma utiliza a Rede Estratégica de Comunicações em Alta Frequência (RECAF) que emprega ligações das FFAA e do Ministério da Defesa. Atualmente, os sistemas têm limitações por empregar equipamentos antigos. Segundo o CONOPS SISMC² (2015a), quando se utiliza equipamentos orgânicos legados em apoio às operações conjuntas, as informações geradas são utilizadas somente pelas Forças singulares de onde os dados partiram. Os conhecimentos tramitam também entre as Forças em nível C² operacional, porém não atendem ao critério de latência desejável no nível tático. Isso requer trabalho adicional dos operadores, o que pode acarretar, entre outros problemas, a inserção inadvertida de erros, a duplicidade de informações

e a falta de padronização de mensagens. Tal observação demonstra que os processos até hoje não foram automatizados, o que sugere uma possível limitação de recursos no desenvolvimento dos enlaces. Com essas imperfeições, a confiança na eficiência do sistema pode diminuir com o tempo.

Além das dificuldades expostas, outras limitações também se apresentam. Assim, utilizando como base o contexto retratado pelo CONOPS SISMC² (2015a), podemos notar as seguintes ocorrências: a incompatibilidade entre as camadas físicas dos equipamentos e entre as camadas lógicas dos sistemas; a base diversa, conceitual e doutrinária, da natureza das operações; os procedimentos imprecisos de C² e de operações; a redundância não coordenada de serviços; a falta de permeabilidade de informações entre sistemas orgânicos; a falta de padronização das mensagens; a interpretação não uniforme de cenários; a grande diversidade de equipamentos; e a inexistência de diretrizes para os novos investimentos em recursos interoperáveis de comunicações. Tudo isso pode ser considerado como entrave ao desenvolvimento contínuo dos sistemas em HF. Nesse sentido, se observa que as FFAA possuem conveniências específicas que merecem ser atendidas por suas redes. Contudo, o futuro parece impor um resultado mais eficiente se pautado também pela interoperabilidade.

Para minimizar esses obstáculos, o Ministério da Defesa julgou conveniente empregar as linhas existentes, reorganizando a infraestrutura de comunicações e seus sistemas relacionados. Constata-se que a principal vantagem em se servir de um “sistema de sistemas” é a soma dos resultados alinhados, que não seria tão expressiva se estes fossem empregados isoladamente (BRASIL, 2015). Desse modo, ao permitir uma arquitetura centrada em redes, o Ministério da Defesa buscou atender à demanda por conectividade e por diversidade de capacidades, requisitos imprescindíveis aos sistemas desenvolvidos atualmente. A escolha dessa arquitetura acompanha as inovações tecnológicas e merece um enfoque mais particular de estudo.

A problemática da integração técnica entre os sistemas da FFAA vai além do simples entendimento de unir alguns equipamentos e permitir que eles funcionem em conjunto. Para efeito, Chaves (2014) dá como exemplo o emprego da comunicação naval e a aérea, no qual grandes distâncias precisam ser superadas, normalmente a Marinha e a Força Aérea se utilizam de médias e altas frequências, além de equipamentos com grande potência de transmissão. Já no emprego de submarinos, o uso de frequências extremamente baixas, capazes de se propagarem pelo meio líquido e em grandes distâncias é o requisito primordial. O Exército, por vezes, emprega um grupo reduzido de militares deslocando-se por um terreno onde as condições topográficas, climáticas e de vegetação impõem requisitos diferentes de

comunicação (equipamentos com peso reduzido, limitados em potência de transmissão e por esse motivo com pequeno alcance). Em contraponto, os comandos estratégicos empregam maior infraestrutura, o que permite a instalação de quaisquer meios de comunicações, e dessa forma a conexão com quaisquer componentes subordinados fica facilitada. Todos esses requisitos não poderiam ser atendidos de outra forma, senão com a utilização conjunta de cada rede independente das FFAA. A autonomia dos sistemas de comunicações que pertencem à ROD traz uma crescente multiplicidade de capacidades que é difícil de se prever, a arquitetura em redes é o que permite aos sistemas “se entender” e assim empregar cada capacidade isolada em conjunto com as demais Forças Singulares.

A aplicação da arquitetura baseada em redes altera a maneira como a difusão de mensagens e o acesso à informação é realizado. Conforme descreve a Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle (2015), as redes de comunicações necessitam de uma grande capacidade de transmissão de dados, para assim, fornecer um tráfego seguro de informações. A fim de atender a essas exigências, todo o processo é realizado por enlaces de comunicações digitais. Dessa forma, o gerenciamento do ciclo de vida dos sistemas do MD e das FFAA também necessitou de alterações e passou a ser dividido em quatro subsistemas principais: Subsistema de Governança da Interoperabilidade, Subsistema de Operações, Subsistema de Gerência de Configuração e Subsistema de Engenharia de Sistemas. Vale reforçar que essa harmonização buscou aproveitar melhor as estruturas já existentes, o que resultou em economia de despesas. Reitera-se, como tratado na referida doutrina, que a proposta não trata de criação de novas organizações militares, mas de uma acomodação de processos e de responsabilidades. Logo, a solução apresentada para o SECAF considera uma reorganização estrutural e gerencial das redes das FFAA.

A interoperabilidade plena da FFAA, ao se tratar de todos os requisitos e elementos aqui descritos, poderia ser considerada um objetivo irrealizável. Porém, Chaves (2014) apresenta em seus estudos, que a partir do momento que se iniciou uma racionalização de esforços, naturalmente desenvolvida por uma política integrada das comunicações militares, os custos de desenvolvimentos caíram consideravelmente, através dos ganhos com economias em escala nos processos logísticos de compra e de manutenção de meios de comunicações às FFAA. Por esses argumentos, a decisão de aceitar esse arranjo, mais uma vez, pôde se demonstrar acertada. É importante dar continuidade aos estudos e aos desenvolvimentos, uma vez que as redes HF das FFAA estão operacionais, porém, ainda não integradas à ROD (BRASIL, 2015). Após a exposição desses argumentos, pode-se ainda pontuar que o SECAF continua em fase de concepção.

4.2 Análise das mudanças propostas

Todo o sistema, ao ser concebido, deve considerar os impactos positivos e negativos desde o estabelecimento dos requisitos operacionais, a instalação, a manutenção, até ser desativado. Quando se trata do dimensionamento da solução, a proposta para o SECAF foi a de ser um sistema capaz de enviar e receber informações em situações de contingência, de degradação de segmentos ou quando há ocorrência de baixas taxas de transmissão (BRASIL, 2015). Sobre esse propósito, segundo as palavras do Superintendente do Sistema de Comunicações da DCTIM e do Superintendente de Telecomunicações da DCTIM (apêndices A e B), é possível assumir que o sistema está adequado ao que foi planejado, porém o primeiro dos entrevistados ressalta que é preciso continuar a observar o estabelecido no CONOPS SISMC² para a consecução dos objetivos. Na mesma perspectiva, Moreira e Arraes (2016) concordam que seja importante garantir um sistema de comunicações robusto, contínuo e seguro, com enlaces redundantes através de uma rede que tenha cobertura a longas distâncias como na transmissão em HF.

Após aceitar a alternativa de uso de equipamentos legados, o MD iniciou a reestruturação dos enlaces numa arquitetura em redes. Para permitir a realização dessa tarefa, o CONOPS SISMC² (2015a) estabeleceu que a arquitetura do sistema deve aproveitar complementarmente as funcionalidades dos aplicativos antigos na composição de futuros aplicativos de interesse do MD e das FFAA. O mesmo documento lembra que algumas necessidades de expansão precisam ser identificadas em função do processo de reestruturação, e nesse caso, conforme relatam as autoridades entrevistadas (apêndices A e B), o contingenciamento de recursos pode afetar o desempenho dos meios de HF existentes, pois o desenvolvimento de requisitos funcionais pode ser comprometido.

Outro ponto que merece ponderação trata da atual incompatibilidade de equipamentos entre as FFAA. O Superintendente do Sistema de Comunicações da DCTIM considera em sua entrevista a possibilidade de aquisição de equipamentos similares para as FFAA (apêndice A). Tal abordagem também é ressaltada por Chaves (2014) quando relata que essa carência ainda não está superada. Porém, o mesmo autor sustenta que o surgimento do MD trouxe significativos avanços para a padronização de sistemas e de requisitos técnicos de equipamentos para as comunicações militares. Ademais, o Superintendente de Telecomunicações da DCTIM acrescenta que a normatização das práticas também foi percebida após aprovação e ativação, em 2016, do Conceito de Operações para o Sistema Estratégico de Comunicações em Alta Frequência (SECAF) (apêndice B).

A saída encontrada para permitir o emprego de sistemas legados através da

arquitetura em redes está apoiada pela doutrina estabelecida no Conceito de Operações do Sistema Militar de Comando e Controle – CONOPS SISMC² – os registros mostram que a arquitetura pode aproveitar as funcionalidades dos aplicativos legados na composição de futuros aplicativos de interesse do MD e das FFAA e que mesmo degradada essa estrutura será capaz de empregar a RECAF nos enlaces (BRASIL, 2015). Tal abordagem também é validada pelo Superintendente do Sistema de Comunicações da DCTIM, quando sustenta em sua entrevista que a implementação do SECAF contribuirá para a interoperabilidade entre as FFAA e que são igualmente importantes as atualizações tecnológicas promovidas no sistema (apêndice A).

Uma vez analisadas as mudanças propostas, no que se refere à interoperabilidade, passa-se à discussão dos resultados da implementação do SECAF sobre a interoperabilidade das FFAA.

4.3 Resultados do emprego do SECAF como solução à interoperabilidade e contingência de comunicações das Forças Armadas

Com a implementação do SECAF, alguns paradigmas operacionais foram alterados e bons resultados quanto à interoperabilidade parecem a surgir. O primeiro deles trata da governança do sistema, Chaves (2014) demonstra que já existem significativos avanços quando se trata de padronização dos requisitos técnicos de equipamentos e de sistemas de comunicações militares. Segundo o autor, a uniformização pode trazer a redução de custos na aquisição e manutenção de equipamentos e sistemas de comunicações militares através da economia em escala, o que torna mais exequível a melhoria, o controle e a administração do sistema como um todo.

Outro ganho importante a se destacar talvez seja o da economia de tempo na coordenação de ações de C². Viveiros (2007) destaca que a informação é a matéria prima essencial ao exercício de C², porém, a grande quantidade de informações englobadas num sistema, como apontado por Borges (2007), demonstra que somente um sistema robusto seria capaz de apresentar tantas informações de maneira organizada e confiável, em um intervalo de tempo suficiente para uma tomada de decisão compatível com a situação. Dessa forma, concordar com uma apresentação mais clara das variáveis parece razoável em face do grande número de fatores que fazem parte das operações.

Se esse cenário pode ser considerado complexo em situações normais de disponibilidade de meios, mais complexo ainda seria em episódios adversos. A esse respeito, Almeida (2020) apresenta o argumento de que as comunicações em HF possuem um histórico

de sucesso no emprego em emergências, pois possuem a vantagem de ser um meio simples e econômico para quem as utiliza. Moreira e Arraes (2016) também demonstraram a variedade e versatilidade de emprego do HF, apesar de poucos componentes necessários ao seu funcionamento. Essa argumentação fortalece a premissa do uso eficaz do SECAF em contingências, o que pode permitir a interoperabilidade entre as FFAA ainda que outros sistemas de comunicação não estejam disponíveis.

A despeito das dificuldades a serem superadas, como é oportunamente apontado pelo CONOPS SISMC², o SECAF demonstra ter independência de outros recursos para funcionar. Tal fato, por si só, já permite credenciá-lo para operações em situações emergenciais. Além disso, o SECAF atesta ser um sistema bastante útil, senão o principal meio de se estabelecerem comunicações em situações críticas. Tal afirmativa também se expressa pelas entrevistas (apêndices A e B) quando declararam a independência e a autonomia das comunicações em HF de outros meios.

Outra consequência do emprego do SECAF e seus equipamentos pode ser percebida quando são realizados exercícios conjuntos entre as FFAA. Santos (2009) esclarece que somente com exercícios e adestramentos periódicos é possível perceber melhor o nível de interoperabilidade entre as Forças. Ainda nesse contexto, segundo o modelo de Tolk (2003), vários aspectos de interoperabilidade precisam ser desenvolvidos para que o trabalho em conjunto das Forças possa ser bem estruturado. Dessa forma, fica patente que não se pode prescindir do conhecimento e do uso da tecnologia HF. Na abordagem em que se inclui o SECAF, conhecendo os recursos e otimizando-os, é possível melhorar os níveis de interoperabilidade entre as FFAA.

Mais um importante resultado pode ser notado no emprego do SECAF nas comunicações: a economia de recursos financeiros. Conforme demonstra Almeida (2020) o enlace de comunicações satelitais sempre foi mais caro e mais complexo de se estabelecer em relação ao seu relativo em HF. Além desse ponto positivo, a garantia de funcionamento, independente de outras entidades públicas ou particulares, permite ao país soberania exclusiva no uso dos enlaces.

Outro aspecto a ser considerado trata da segurança, a vulnerabilidades desse canal de comunicações, as transmissões por satélite já contam com exemplos de acesso não permitido, conforme bem apontado por Khandelwal (2015). Diante disso, percebe-se que o SECAF apresenta maior robustez e segurança nas comunicações.

Um outro ponto discutido neste estudo trata da possibilidade de o SECAF se integrar à ROD. Chaves (2014) enuncia algumas características de comunicações inerentes a

cada Força e discorre sobre as dificuldades, por conta dessas particularidades, de se alcançar a interoperabilidade. Pela doutrina estabelecida no Conceito de Operações do Sistema Militar de Comando e Controle – CONOPS SISMC² – o SECAF, quando totalmente implementado, sugere a possibilidade de se interligar à ROD por meio da arquitetura em redes.

Ao término desta seção, com base nas análises apresentadas, pode-se concluir que não obstante às adversidades que surgem pelos contingenciamentos de recursos, todas essas mudanças propostas pelo SECAF o credenciam como solução viável para garantir a interoperabilidade durante os contingenciamentos de comunicações.

5 CONCLUSÃO

O exame da literatura no período de 1999 a 2020 mostra que o Sistema Militar de Comando e Controle e o Sistema Estratégico de Comunicações em Alta Frequência foram estudados sob diferentes perspectivas e enfoca particularidades diversas, conforme o interesse dos pesquisadores ao colocar luz em determinados pontos de destaque.

Com a criação do Ministério da Defesa, há fatos novos suficientemente expressivos que motivam alterações de doutrinas e métodos de trabalho nas comunicações militares em situações adversas, nas quais se faz necessário garantir a interoperabilidade e o funcionamento de interlaces, mesmo com a imposição das mais diversas restrições. Portanto, a chegada do MD trouxe a base necessária ao desenvolvimento das comunicações em HF para aperfeiçoar o trabalho das Forças Singulares.

Os diversos textos comentados, além das observações coletadas nas entrevistas – que sugerem a execução da proposta em sua plenitude – deixam clara a importância da manutenção de um sistema de comunicações em HF, que atinja seu propósito nos momentos críticos ou de extrema falta de recursos em que todas as alternativas se esgotaram.

Da mesma forma, as dificuldades demonstradas no estabelecimento do Comando e Controle das operações, ocasionadas principalmente pela grande quantidade de informações disponíveis para análise, não deixam uma alternativa que não seja o emprego de comunicações com considerável grau de confiabilidade. Por essa razão, o SECAF demonstra ser uma opção adequada e eficiente para as FFAA, pois apresenta custos baixos de implementação, além de economizar um precioso tempo no estabelecimento e na coordenação de ações de Comando e Controle que permeiam os níveis estratégico, operacional e tático das ações. Com o uso do sistema, integram-se o Ministério da Defesa e as três Forças, dessa forma, espera-se obter uma vantagem operacional significativa para o país, visto a complementariedade dessas estruturas.

Outro aspecto, que também fica patente com o emprego desse tipo de comunicação, é o proveito da capilaridade da rede de HF empregada pelas Forças Singulares. Essa alternativa permite respeitar as necessidades operacionais individuais e, ainda, manter um padrão mínimo de interoperabilidade com poucas alterações técnicas.

É igualmente importante reforçar as declarações de que a interoperabilidade é a forma mais inteligente de se obter vantagem nas batalhas e de que a redundância oferece garantias ao êxito da missão. O alcance desses elementos é essencial para a sintonia de ações numa boa campanha. No estudo, ficaram expostas as inúmeras dificuldades em se estabelecer redes operacionais que compartilham informações essenciais e ainda atendam aos requisitos técnicos de cada Força individualmente. A saída encontrada com a operação em redes pode ser acertada, pois permite comungar informações nas ações conjuntas.

Ao fim da exploração, fica indubitável que não se pode prescindir do conhecimento e uso das redes de comunicações em HF. O emprego do SECAF e de seus recursos é o início do caminho que busca atingir melhores níveis de interoperabilidade entre as FFAA.

Para futuras pesquisas acerca do tema, sugerem-se abordagens que considerem a necessidade de manter uma rede de comunicações própria e independente, com uma visão mais detalhada do emprego dessa tecnologia em ajuda humanitária e em emergências após desastres naturais, a qual permita maior capacidade de transmissão de dados (voz, textos e imagens) além de intensificar a interoperabilidade entre as FFAA nessas ocorrências.

REFERÊNCIAS

ADRIANO, Marcelo da Silva. **Comando e Controle**: sua importância para a guerra moderna e para uma força-tarefa no mar. Rio de Janeiro, 2009 Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) - Escola de Guerra Naval.

ALMEIDA, Gustavo Wanderley de. **Uso do espectro eletromagnético de alta frequência para transmissão de informações por meio de processamento digital de imagens**. Rio de Janeiro, 2020 Trabalho de Conclusão de Curso (Aperfeiçoamento Avançado em Segurança das Informações e Comunicações) - Centro de Instrução Almirante Wandenkolk.

BORGES, Gilvan Alves. **Sistema de Comando e Controle para a Amazônia Azul**: Adequabilidade, exequibilidade e aceitabilidade da integração de diversos sistemas independentes e possíveis alternativas. Rio de Janeiro, 2007 Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) - Escola de Guerra Naval.

BRANTING, Darryl L.; PERLA, Peter P. **Wargames, Exercises, and Analysis**. Office of Naval Research. Virginia, 1986. 20 p. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA173776.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

BRASIL. Decreto n. 6.703, de 17 de dezembro de 2008. Aprova e põe em vigor a Estratégia Nacional de Defesa. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 19 de dezembro de 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6703.htm>. Acesso em: 17 mai. 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD31-S-02**. Conceito de Operações do Sistema Militar de Comando e Controle (CONOPS SISMC²): 1. ed. Brasília, DF, 2015a.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD30-M-01**. Doutrina de Operações Conjuntas: Volumes 1 e 3. 1. ed. Brasília, DF, 2011, 9 dez. 2011.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD35-G-01**. Glossário das Forças Armadas: 5ª Edição, Brasília, DF, 2015b. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/doutrina/md35-G-01-glossario-das-forcas-armadas-5-ed-2015-com-alteracoes.pdf/view>. Acesso em: 10 jul. 2021.

BRASIL. Senado Federal. Decreto Legislativo n. 179, de 13 de dezembro de 2018. Aprova a Política Nacional de Defesa, a Estratégia Nacional de Defesa e o Livro Branco de Defesa Nacional, encaminhados ao Congresso Nacional pela Mensagem (CN) nº 2 de 2017 (Mensagem nº 616, de 18 de novembro de 2016, na origem). **Diário Oficial da União**. Brasília, 17 de dezembro de 2018.

CAMILO, Marcelo José; MOURA, David Fernandes Cruz; SALLES, Ronaldo Moreira. Redes de comunicações militares: desafios tecnológicos e propostas para atendimento dos requisitos operacionais do Exército Brasileiro. **Revista Militar de Ciência e Tecnologia**, Rio

de Janeiro, v. 37, p. 5-25, 2020. Disponível em:
http://rmct.ime.eb.br/arquivos/revistas/RMCT_web_3_tri_2020.pdf. Acesso em: 3 jul. 2021.

CAMPOS, Wilson da Rosa. As operações interagências na Copa do Mundo de 2014 no Recife. **A Defesa Nacional**, v. 104, n. 832, p. 17-30, 2017.

CHAVES, Rodrigo Silva. O papel do Ministério da Defesa no processo de integração e de regulação das Comunicações Militares no Brasil. **Revista de Direito, Estado e Telecomunicações**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 87-108, 2014. Universidade de Brasília. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/RDET/issue/view/1660>. Acesso em: 12 jun. 2021.

CORREIA, Paulo Cesar Demby. **O Comando e Controle nas Operações Conjuntas em situações de conflito e de não guerra**: crítica e perspectivas à luz da Estratégia Nacional de Defesa. Rio de Janeiro, 2010 Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) - Escola de Guerra Naval.

DANTAS, Márcio Barroso Toscano. **Melhoria de desempenho do protocolo TCP em canais de HF via escolha de parâmetros e emprego de técnicas de controle de erros**. Rio de Janeiro, 2006. 127 p Dissertação (Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica do Instituto Militar de Engenharia) - Instituto Militar de Engenharia.

FREIRE, Maria Eduarda Laryssa Silva. **A interoperabilidade entre as Forças Armadas Brasileiras**: uma análise da Operação Ágata. João Pessoa, 2018 Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Relações Internacionais) - Universidade Federal da Paraíba.

GARCIA, Teresa Proença; MARINHO, Rui. A morte na maratona: celebração da vida. **Cultura, Ciência e Desportos**, Murcia, v. 5, n. 15, p. 45-53, 2010. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=163017569020>. Acesso em: 10 jul. 2021.

KHANDELWAL, Swati. Russian Hackers Hijack Satellite to Steal Data from Thousands of Hacked Computers. **The Hacker News**, 10 set. 2015. Disponível em: <https://thehackernews.com/2015/09/hacking-satellite.html>. Acesso em: 2 ago. 2021.

LUDDY, John. **The Challenge and the Promise of Network-Centric Warfare**. Lexington Institute. Washington, 2005. Disponível em: <https://www.lexingtoninstitute.org/wp-content/uploads/challenge-promise-network-centric-warfare.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2021.

MOREIRA, André Ricardo; ARRAES, Pablo Pontes. Missão do Esquadrão Netuno e a necessidade do uso do HF. **Revista Netuno**, p. 26 - 31, 2016. Disponível em:
https://issuu.com/esquadraonetuno/docs/revista-290916_hq. Acesso em: 17 ago. 2021.

PIFFER, Marcus V. P. D. **Operações Conjuntas**: desafio à integração no nível operacional. Rio de Janeiro, 2014. 129 p Dissertação (Mestrado) - Escola de Comando e Estado-maior do Exército. Disponível em:

http://www.eceme.eb.mil.br/images/IMM/producao_cientifica/dissertacoes/marcus-vinicius-pinheiro-dutra-piffer.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

RAZA, Salvador. Cooperação interagências: porque e como funciona um estudo de modelos organizacionais nas Relações Internacionais. **Brazilian Journal of International Relations**. 2012. Vol. 1 Ed. 1. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/bjir/article/view/1824>. Acesso em: 8 ago. 2021.

RODRIGUES, Rodrigo Falci. **Possibilidades e limitações do emprego do SARP HÓRUS FT-100 na busca de alvos em operações de Garantia da Lei e da Ordem (GLO), na cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2020 Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares com ênfase em Gestão Operacional) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/8341/1/AC%20Cap%20Falci%20-%20C%20Art%202020.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2021.

SANTOS, Carlos Henrique de Aguiar. **Interoperabilidade: um desafio contínuo em operações conjuntas**. Lisboa, 2009 Trabalho de Conclusão de Curso (CPOG) - Instituto de Estudos Superiores Militares.

SEQUEIRA, Vasco Ferreira *et al.* Melhoria da Eficiência de Comunicações HF utilizando algoritmos de seleção de débito binário evoluídos. **Revista de Ciências Militares**, v. 6, n. 2, p. 207-231, nov. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/34632>. Acesso em: 1 ago. 2021.

SILVA, Eduardo Posada da. **A Marinha do Brasil e a era da informação: a gestão da guerra centrada em rede**. Rio de Janeiro, 2011a. 49 p Monografia (Especialização em Gestão Empresarial) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SILVA, Fabio Martins Raymundo da. **O futuro das comunicações na MB: sistemas digitais para comando e controle como fator de interoperabilidade na Marinha do Brasil**. Rio de Janeiro, 2015. 81 p Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas). Disponível em: <http://www.redebim.dphdm.mar.mil.br/vinculos/00000d/00000de7.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2021.

SILVA, Sérgio Silvan Brasileiro da; GATTI, Luiz Antonio; LONGO, Roberto Cassal. **EROG: Especial de Radioperador Geral**. 2 ed. Rio de Janeiro: Diretoria de Portos e Costas, 2011b.

SLOAN, Elinor Camille. **Military Transformation and Modern Warfare: A Reference Handbook**. Praeger Security International Reference, f. 92, 2007. 183 p.

SOUZA, Antonio Braz de. **A importância da Interoperabilidade para as Forças Armadas Brasileiras e o seu desenvolvimento mediante Jogos de Guerra**. Rio de Janeiro, 2010

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) - Escola de Guerra Naval.

TOLK, Andreas. **Beyond Technical Interoperability**: Introducing a Reference Model for Measures of Merit for Coalition Interoperability. *In*: 8TH INTERNATIONAL COMMAND AND CONTROL RESEARCH AND TECHNOLOGY SYMPOSIUM. 2003, Norfolk - VA: Old Dominion University, 2003. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA466775.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2021.

VIVEIROS, Claudio Portugal. **Fatores de Comando e Controle Aplicáveis nas Operações Combinadas**: O Sistema Militar de Comando e Controle. Rio de Janeiro, 2007. 68 p Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) - Escola de Guerra Naval.

WANG, Jinlong; DING, Guoru; WANG, Haichao. HF communications: Past, present, and future. **China Communications**, v. 15, n. 9, p. 1-9, set 2018.

**APÊNDICE A - ENTREVISTA COM O CMG CLAUDIO DA COSTA BRAGA,
SUPERINTENDENTE DO SISTEMA DE COMUNICAÇÕES DA DCTIM**

1. Na opinião do Sr. qual a importância das comunicações em HF dentro da Marinha do Brasil (MB) e nas operações conduzidas pelo Ministério da Defesa (MD)?

R: Independência dos recursos de comunicações comerciais com o emprego de recursos próprios das FFAA com interoperabilidade.

2. Quais marcos o Sr. considera relevantes mencionar no processo histórico da implementação do SECAF?

R: Projeto interno das FFAA que se encontra ainda em andamento.

3. De acordo com a avaliação do Sr. em qual nível as Comunicações em HF devem ser tratadas?

R: A importância das comunicações em HF dá autonomia operacional às Forças. O maior empecilho será a propagação. Se bem que hoje já existem recursos que minimizam esse problema.

4. Na busca da integração das comunicações entre as FFAA, qual deve ser o caminho a ser percorrido por cada Força e pelo MD?

R: Aquisição de equipamentos similares para as FFAA.

5. Quais os principais óbices enfrentados pela MB quanto à questão da interoperabilidade em contingência?

R: Recursos financeiros.

6. O atual dimensionamento do SECAF de comunicações em HF atende às expectativas?

R: Sim, desde que observado o CONOPS.

7. No seu julgamento, a criação do SECAF trouxe alguma mudança substancial para a MB?

R: Ainda não. Seria importante a sua plena implementação.

8. As mudanças propostas na implementação do SECAF atendem aos resultados necessários à interoperabilidade da Marinha com as demais FFAA?

R: A implementação do SECAF muito contribuiria para a interoperabilidade entre as FFAA e para a independência externa desde que possuamos os equipamentos.

9. Quais os principais desafios a serem alcançados para a implementação do SECAF na MB?

R: A implantação do SECAF está a cargo do MD, estando a MB pronta para a sua operação.

10. Em quais aspectos o SECAF pode melhorar?

R: A implementação plena do SECAF muito contribuirá para a interoperabilidade entre as FFAA, tornando-se importante a atualização tecnológica do sistema.

APÊNDICE B - ENTREVISTA COM O CF (EN) FÁBIO ALEXANDRE LEAL DA SILVA, SUPERINTENDENTE DE TELECOMUNICAÇÕES DA DIRETORIA DE COMUNICAÇÕES E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO DA MARINHA

1. Na opinião do Sr. qual a importância das comunicações em HF dentro da Marinha do Brasil (MB) e nas operações conduzidas pelo Ministério da Defesa (MD)?

R: Dentro da MB e nas operações conduzidas pelo MD, a disponibilidade de comunicações com propagação em HF representa autonomia no tráfego das comunicações em longa de distância (além da linha de visada).

2. Quais marcos o Sr. considera relevantes mencionar no processo histórico da implementação do SECAF?

R: A aprovação da publicação "Sistema Estratégico de Comunicações em Alta Frequência (SECAF) - Conceitos de Operações - MD31-S-03 (1ª. Edição 2016) e a ativação do SECAF por meio da Portaria Normativa nº 72/MD/2016.

3. De acordo com a avaliação do Sr. em qual nível as Comunicações em HF devem ser tratadas?

R: As comunicações na faixa de HF são relevantes para os níveis: estratégico, operacional e tático.

4. Na busca da integração das comunicações entre as FFAA, qual deve ser o caminho a ser percorrido por cada Força e pelo MD?

R: Definir e adotar, em conjunto, protocolos e formas de onda em HF comuns a fim de buscar a interoperabilidade nas comunicações em HF.

5. Quais os principais óbices enfrentados pela MB quanto à questão da interoperabilidade em contingência?

R: O contingenciamento de recursos financeiros que impacta na manutenção dos recursos de comunicação em HF existentes.

6. O atual dimensionamento do SECAF de comunicações em HF atende às expectativas?

R: Sim.

7. No seu julgamento, a criação do SECAF trouxe alguma mudança substancial para a MB?

R: Sim, considerando que foi introduzido na MB mais um recurso de comunicações a ser utilizado com as outras FFAA e ainda nas operações conduzidas pelo MD.

8. As mudanças propostas na implementação do SECAF atendem aos resultados necessários à interoperabilidade da Marinha com as demais FFAA?

R: Sim.

9. Quais os principais desafios a serem alcançados para a implementação do SECAF na MB?

R: Capacitação do pessoal da MB envolvido na operação; execução das rotinas de manutenção do parque de equipamentos e antenas que sofrerá acréscimo de itens por conta da implantação dos equipamentos do SECAF; e provisionamento regular de recursos financeiros necessários para a implantação e a manutenção dos equipamentos do SECAF.

10. Em quais aspectos o SECAF pode melhorar?

R: O SECAF pode melhorar por meio da sua implantação plena que permita a interoperabilidade de comunicações em HF entre as FFAA.