ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO

ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO

TC Com GILDENILDO PAULINO DA **NÓBREGA**

Sistemas Militares de Comando e Controle do Exército Brasileiro nas Operações

Rio de Janeiro
2019

TC Com GILDENILDO PAULINO DA **NÓBREGA**

Sistemas Militares de Comando e Controle do Exército Brasileiro nas Operações

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Defesa Nacional.

Orientador: Ten Cel Com QEMA Ronaldo André Furtado

Rio de Janeiro
2019

N754s Nóbrega, Gildenildo Paulino da

Os Sistemas Militares de Comando e Controle do Exército Brasileiro nas Operações. / Gildenildo Paulino da Nóbrega. —2019.
46 fl. : il ; 30 cm.

Orientação: Ronaldo André Furtado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Política, Estratégia e Alta Administração do Exército)—Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2019.
Bibliografia: fl 44-46.

1. COMANDO E CONTROLE 2. COMUNICAÇÕES 3. EXÉRCITO BRASILEIRO 4. ERA DA INFORMAÇÃO 5. NOVAS AMEAÇAS 6. OPERAÇÕES MILITARES. 7. DOUTRINA. I. Título. CDD 355.

TC Com GILDENILDO PAULINO DA **NÓBREGA**

Sistemas Militares de Comando e Controle do Exército Brasileiro nas Operações

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Defesa Nacional.

Aprovado em _____ de _____ de _____.

COMISSÃO AVALIADORA

_____
Ten Cel Com QEMA Ronaldo André **Furtado** - Presidente
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

_____
Ten Cel Com QEMA **Enio** Corrêa de Souza - Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

_____
Ten Cel Com QEMA **Glauber** Juarez Sasaki Acácio – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

A Deus, por ter me dado saúde e perseverança para executar esta tarefa, e a minha família, pelo apoio durante a execução deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, TC Com QEMA Furtado, meus sinceros agradecimentos pela dedicação e paciência durante a elaboração deste trabalho. Agradeço pela orientação firme e objetiva, bem como pelas oportunas sugestões.

A todos meus amigos que me ajudaram nesta tarefa.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo apresentar uma análise dos Sistemas Militares de Comando e Controle do Exército Brasileiro nas Operações. Nesse contexto, os aspectos históricos e doutrinários, bem como os sistemas de comunicações atuais e a tendência evolutiva foram analisados. Além disso, buscou-se evidenciar a Era da Informação e seu impacto nas comunicações e em toda cadeia de comando e controle, tendo como foco as implicações decorrentes das tendências futuras para a obtenção da consciência situacional, o que passou a ser um dos principais fatores para a tomada de decisões oportunas e pertinentes nos conflitos atuais, marcados pela diversidade de atores, de armas e de interesses divergentes e convergentes. Por intermédio de uma análise de livros, atores e de diversos artigos científicos e trabalhos das mais variadas áreas, buscou-se casos históricos, métodos experimentados, tendências e aspectos relevantes para a consolidação deste trabalho. Por fim, os cenários e as tecnologias levantadas inter-relacionam-se e oferecem uma oportunidade para a prospecção de novas variantes para a arte de Comando e Controle.

Palavras-chave: Comando e Controle Eram da Informação, Comunicações, Evolução Tecnológica, Exército e Operações Militares.

ABSTRACT

This work aimed to present an analysis of the Brazilian Army Military Command and Control Systems in Operations. In this context, historical and doctrinal aspects, as well current communication systems and evolutionary trends were analyzed. In addition, he sought to highlight the Information Age and its impact on communications and the entire chain of command and control, focusing on the implications arising from future trends to achieve situacional awarenesse, which has become one of the main factors to make timely and relevant decisions in today's conflicts, marked by the diversity of divergent and converging actors, weapons and interests. Though an analysis of books, actors and various scientific articles and works from various areas, we sought historical cases, tried methods, trends and relevant aspects for the consolidation of this work. Finally, the scenarios and the raised technologies interrelate and offer an opportunity for prospecting for new variants to the art of Command and Control.

Key-words: Command and Control, Information Age, Communications, Technological Evolution, Army and Military Operations.

LISTA DE ABREVIATURAS

C^2	Comando e Controle
EB	Exército Brasileiro
MD	Ministério da Defesa
FAB	Força Aérea Brasileira
FAMES	Flexibilidade, adaptabilidade, modularidade, elasticidade e sustentabilidade
MB	Marinha do Brasil
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PC	Posto de Comando
PPIF	Programa de Proteção Integrada de Fronteiras
SC^2FTer	Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre
SEC^2Ex	Sistema Estratégico de Comando e Controle
SNT	Sistema Nacional de Telecomunicações
Sis Tac C	Sistema Tático de Comunicações
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicações
VUCA	Volatility, uncertainty, complexity and ambiguity

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1 – Sistema de Comando e Controle, seus componentes e funções.. 17
Figura 2 – Integração SEC² e SC²FTer..... 19
Figura 3 – Centro Nodal do Sistema Tático de Comunicações..... 20
Figura 4 – Rádio Definido por Software (RDS)..... 22
Figura 5 – Operação Ágata..... 24
Figura 6 – História da Internet..... 27
Figura 7 – Informação disponível x informação relevante..... 28
Figura 8 – Captura de Bin Laden..... 30
Figura 9 – Tela do C² em Combate..... 32
Figura 10 – Tela do Pacificador..... 33
Figura 11 – Povos mais preocupados com fake News no mundo..... 36
Figura 12 – Concepção prospectiva das capacidades de C² para 2030..... 38

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO**..... 11
1.1 PROBLEMA..... 13
1.2 OBJETIVOS..... 13
1.2.1 **Objetivo Geral**..... 13
1.2.2 **Objetivos Específicos**..... 13
1.3 VARIÁVEIS..... 14
1.4 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO..... 14
1.5 RELEVÂNCIA DO ESTUDO..... 14
2 **REFERENCIAL TEÓRICO**..... 15
2.1 ASPECTOS DOUTRINÁRIOS DO COMANDO E CONTROLE..... 15
2.2 SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE DO EXÉRCITO..... 18
2.3 SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES..... 21
2.4 COMANDO E CONTROLE NAS OPERAÇÕES TERRESTRES..... 23
3 **METODOLOGIA**..... 25
3.1 TIPO DE PESQUISA..... 25
3.2 UNIVERSO E AMOSTRA..... 25
3.3 COLETA DE DADOS..... 25
3.4 TRATAMENTO DOS DADOS..... 26
3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO..... 26
4 **ERA DA INFORMAÇÃO**..... 26
4.1 A DIGITALIZAÇÃO DO ESPAÇO DE BATALHA..... 31
4.2 AS AMEAÇAS PARA OS SISTEMAS DE COMANDO E CONTROLE 34
4.3 COMANDO E CONTROLE NA OTAN..... 36
5 CONCLUSÃO..... 40
REFERÊNCIAS..... 44

1 **INTRODUÇÃO**

Desde as falanges gregas há 2.500 anos antes de Cristo, quando os exércitos lutavam emassados, passando pelo advento da metralhadora no final do século XVIII, a qual forçou a dispersão das tropas no terreno, até o emprego combinado de mísseis de alta precisão e veículos aéreos não tripulados, as táticas de guerra têm sofrido impactos decorrentes da evolução tecnológica em toda a sua dimensão.

A evolução das táticas e das técnicas adotadas nas guerras também podem ser faseadas em quatro gerações. A primeira geração abarcaria as guerras napoleônicas, marcadas pelo uso do mosquete e pelas formações concentradas em linha e em coluna, com tropas pouco treinadas, advindas da conscrição em massa. A segunda geração teve seu ápice nas guerras de unificação alemã e surgiu em resposta ao desenvolvimento do rifle, dos obuses, das metralhadoras, inserindo táticas de fogo com dispersão lateral e com grande aplicação do fogo indireto. A terceira esteve presente na Primeira e na Segunda Guerra Mundial, incrementando a manobra com táticas não lineares por meio de operações de infiltração e de colapso (Duarte, 2012).

A quarta geração deriva das novas concepções de guerra e da inserção de uma nova gama de tecnologias originárias da Era da Informação. A robótica, os veículos aéreos não tripulados, a inteligência artificial, as redes de equipamentos, os vírus virtuais, tudo isso tem revolucionado o espaço de batalha e as estruturas militares.

Um dos componentes da estrutura militar de uma força é o Sistema de Comando e Controle. Elo que liga todos os demais sistemas como as veias conectando os diversos órgãos do corpo humano, sem as quais a vida é inviável.

De acordo com o Manual do Ministério da Defesa MD31-M-03 (2015):

> “o conceito de Comando e Controle é, simultaneamente, ciência e arte. Trata-se do funcionamento de uma cadeia de comando e envolve três componentes imprescindíveis e interdependentes: a autoridade, o processo decisório e a estrutura”.

O Sistema de Comando e Controle é o conjunto de instalações, equipamentos, sistemas de informação, comunicações, doutrinas, procedimentos e pessoal essenciais para o decisor planejar, dirigir e controlar as ações da sua

organização. Esse conceito abrange três componentes do C² citados anteriormente. (Brasil, 2015).

A estrutura do Sistema de Comando e Controle é formada pelas Tecnologias da Informação e Comunicações (TIC), que são recursos e ferramentas por intermédio das quais as informações são coletadas, monitoradas, armazenadas, processadas, fundidas e disseminadas, bem como pelos centros de comando e controle e pelos postos de comando (PC).

> "Os postos de comando são órgãos de Comando e Controle voltados, particularmente, para o planejamento e para a coordenação das operações táticas correntes e futuras. Presta o apoio de Comando e Controle, recebendo todas as informações operativas, incluindo aquelas relacionadas às atividades logísticas. Normalmente, os postos de comando são desdobrados no interior de um teatro de operações ou de uma área de operações, nas situações de guerra e de não guerra (BRASIL, 2018)."

As TIC atuais derivam de um amplo e contínuo processo de evolução, originando-se das primitivas formas de comunicação, como os pombos-correios, até a revolução provocada a partir da descoberta da eletricidade, perfazendo o telégrafo, o telefone, o rádio, o emprego de satélites artificiais e a internet.

No Exército Brasileiro, os Sistemas de Comando e Controle englobaram conceitos e equipamentos, acompanhando a Era da Revolução Técnico-científico-informacional, caracterizada pelo advento da robótica, informática, novos materiais, biotecnologia, engenharia genética, inteligência artificial e pela rapidez das comunicações e do aumento da capacidade de transmissão de dados, imagens e vídeos para todo o globo.

Os equipamentos são empregados para formar as redes de Comando e Controle, a fim de possibilitar que as informações sejam processadas e compartilhadas em formato eletrônico ou digital e em tempo real, garantindo a visualização simultânea para todas as autoridades decisórias, o que é uma premissa do ambiente de conflito atual.

Nesse contexto, o presente trabalho abordará a situação atual dos Sistemas Militares de Comando e Controle do Exército Brasileiro e as perspectivas futuras face à evolução tecnológica.

1.1 PROBLEMA

No século XXI, a Revolução Técnico-científico-informacional encurtou as distâncias e tornou o fluxo de informações instantâneo, surgindo novas demandas para os Sistemas de Comando e Controle, fundamentadas na necessidade de acompanhamento em tempo real por parte das autoridades e dos comandantes militares em todos os níveis.

Essa demanda exige equipamentos e técnicas condizentes com a atual necessidade de Consciência Situacional, aumentando a importância dos Sistemas de Comando e Controle em um ambiente marcado pela volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade, ou seja, características de um conceito surgido na década de 1990, nas Forças Armadas dos Estados Unidos da América, aglutinado no acrônimo VUCA, *volatility, uncertainty, complexity and ambiguity*[1].

O presente trabalho será desenvolvido em torno do seguinte problema: quais os impactos provocados nos Sistemas de Comando e Controle do Exército Brasileiro no século XXI e quais as perspectivas futuras?

1.2 OBJETIVOS

Visando dirimir o problema proposto, segue abaixo os seguintes objetivos do trabalho.

1.2.1 **Objetivo geral**

Analisar se a atual doutrina de Comando e Controle é compatível com as demandas operativas do século XXI.

1.2.2 **Objetivos específicos**

a) analisar os aspectos doutrinários de comando e controle.

b) analisar os Sistemas Militares de Comando e Controle do Exército Brasileiro.

---

[1] *Volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade,* (tradução nossa).

c) analisar os sistemas de comunicações.

d) analisar as principais operações previstas na doutrina do Exército Brasileiro.

e) analisar a Era da Informação.

1.3 VARIÁVEIS

As variáveis do presente estudo têm por finalidade verificar de que forma o surgimento de novas tecnologias afetam o Sistema de Comando e Controle do Exército Brasileiro.

As variáveis independentes serão as tecnologias informacionais inseridas no ambiente operacional militar que visam aperfeiçoar o fluxo das comunicações. A variável dependente será a absorção dessas tecnologias por parte do Exército Brasileiro.

A medição das variáveis independentes será realizada pela verificação, nos manuais doutrinários e de emprego do Sistema de Comando e Controle. Já a variável dependente será medida por meio da constatação da aquisição ou desenvolvimento de equipamentos dotados das tecnologias levantadas no presente estudo.

Dessa forma, será possível verificar quais as perspectivas futuras para os Sistemas de Comando e Controle do Exército Brasileiro.

1.4 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo estará limitado pelos atuais equipamentos existentes nos Sistemas de Comando e Controle do Exército Brasileiro e as tecnologias de mais destaque já implantadas ou em fase de implantação na Organização do Tratado do Atlântico Norte, que concentra a maioria dos países de destaque tecnológico atualmente.

1.5 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

O Brasil é um país de dimensões continentais, com cerca de 8,5 milhões de km² e aproximadamente 17 mil quilômetros de fronteira terrestre, tendo nove países lindeiros.

Tal dimensão territorial exige meios de comunicações adequados para superar as grandes distâncias e garantir o acompanhamento das operações a milhares de quilômetros.

Os Sistemas Militares de Comando e Controle são concebidos para atender às demandas das Forças Armadas. No entanto, cada Força possui seus sistemas próprios, com doutrina e equipamentos distintos, em razão das especificidades operativas.

Em decorrência da evolução tecnológica, os comandantes buscam o acompanhamento cerrado das operações mesmo à distância das áreas conflituosas, exigindo cada vez mais equipamentos sofisticados e pessoal capacitado para operar os Sistemas de Comando e Controle.

A relevância do assunto para a Exército Brasileiro foi demonstrada a partir do Manual EB20-MF-10.102 (Doutrina Militar Terrestre, 2014), que definiu as funções de combate[2] e colocou a função Comando e Controle como responsável pela integração das demais funções: Movimento e Manobra, Inteligência, Fogos, Logística e Proteção.

2 **REFERENCIAL TEÓRICO**

Para fins de fundamentação do trabalho, serão feitas análises acerca da doutrina, das operações previstas e dos Sistemas de Comando e Controle do Exército Brasileiro, bem como uma abordagem a respeito das características dos conflitos na Era da Informação e das novas ameaças.

2.1 ASPECTOS DOUTRINÁRIOS DO COMANDO E CONTROLE

Entre as variadas definições de doutrina, uma das mais apropriadas para a área militar é explicitada como um conjunto de valores, de princípios gerais, de conceitos básicos, de normas, de métodos e de processos, que tem por finalidade orientar a organização, o preparo e o emprego de uma força armada.

[2] Função de Combate é um conjunto homogêneo de atividades e tarefas afins, que atendem a uma finalidade comum, além dos sistemas empregados na sua execução (pessoas, organizações, informações e processos), que orienta o preparo e o emprego dos meios no cumprimento de suas missões. (EB20-MC-10.205)

Nesse contexto, o Exército Brasileiro aprovou as Bases para a Transformação da Doutrina Militar Terrestre por meio da Portaria nº 197-EME, de 26 de setembro de 2013, inserindo novos conceitos ao conjunto de princípios gerais da preparação e emprego do poder de combate, como o planejamento baseado em capacidades e as funções de combate, o que redirecionou a Força Terrestre para as demandas da Era da Informação e do atual ambiente operacional, nas suas dimensões física, humana e informacional.

> "O Exército passa por um processo de transformação, norteado pelo portfólio de programas estratégicos, que deve resultar em um efetivo aprimoramento da Força em seus diversos sistemas, possibilitando melhores condições para enfrentar os desafios do futuro, que, em sua essência, é incerto e difuso". (Leal Pujol, Comandante do Exército Brasileiro).

Segundo o Catálogo de Capacidades do Exército, elaborado para um cenário de 2015 a 2035, a Força Terrestre está passando por um processo de transformação. Até 2022, o Processo de Transformação do Exército chegará a uma NOVA DOUTRINA – com o emprego de produtos de defesa tecnologicamente avançados, profissionais altamente capacitados e motivados – para que o Exército enfrente, com os meios adequados, os desafios do século XXI, respaldando as decisões soberanas do Brasil no cenário internacional.

Com o acrônimo "FAMES"[3], o Exército visualiza algumas características necessárias à Força Terrestre na Era da Informação, como flexibilidade, adaptabilidade, modularidade, elasticidade e sustentabilidade, adequando a doutrina para as Operações no Amplo Espectro[4].

Em termos de Comando e Controle, no nível do Ministério da Defesa, a Política de Comando e Controle elenca diretrizes para as transformações doutrinárias, abordando as características e servidões que devem ser inseridas nas novas concepções do Comando e Controle, que são:

- as informações e as ordens atinentes aos conflitos e às operações devem fluir, de forma a atingir o destino, o mais próximo possível do tempo real;

- a massa de informações disponíveis para a tomada de decisão é enorme e de toda ordem, tornando o processo decisório exaustivo e complexo.

---

[3] Acrônimo das palavras: flexibilidade, adaptabilidade, modularidade, elasticidade e sustentabilidade (FAMES).

[4] Operações no amplo espectro são sublinhadas pela combinação, simultânea ou sucessiva, de operações em atitude ofensiva, defensiva, operação de coordenação e cooperação com agências, como emprego de um conjunto interdependente de forças capazes de explorar a iniciativa, aceitar os riscos e criar oportunidades para alcançar resultados decisivos. (EB70-MC-10.241)

- as decisões devem ser tomadas em prazos cada vez mais abreviados.

- as informações sobre o desenvolvimento das ações chegam a quem cabe decidir, como também, podem alcançar, simultaneamente, a toda sociedade, devido à ação da mídia, cada vez mais competente e ávida por notícias, fazendo com que as decisões, muitas vezes, sofram a influência do julgamento quase instantâneo da opinião pública, o que caracteriza o chamado “efeito CNN”. Tal fenômeno ocorre quando a mídia divulga imagens chocantes de crises humanitárias, induzindo o engajamento da opinião pública e a atuação ou pressão de outros atores estatais e não estatais.

No Exército Brasileiro, o Manual de Campanha EB20-MC-10.205 estabeleceu as bases doutrinárias para o Comando e Controle no âmbito da Força, alinhadas às concepções definidas pelo Ministério da Defesa. Essa base doutrinária ressalta os componentes do Sistema de Comando e Controle, que são os equipamentos, o pessoal e os procedimentos, o que permite o ciclo OODA, criado pelo piloto norte-americano John Boyd (1927-1997) ao tentar sistematizar sua destreza vencedora nos combates aéreos em quatro atitudes: observar, orientar, decidir e agir. Tal ciclo é processado continuamente, sendo atualizado com as novas informações disponíveis, de forma a proporcionar aos comandantes a consciência situacional atualizada. Assim, quanto menor durar o ciclo OODA, mais ágil é o processo decisório.

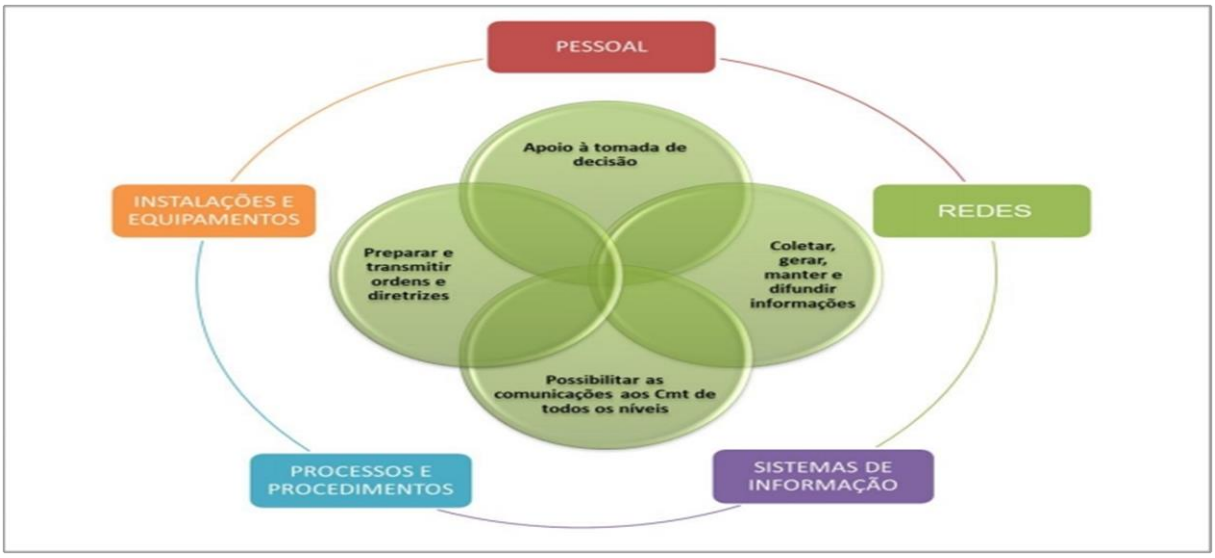

Figura 1 – Sistema de Comando e Controle com seus componentes e funções.

Fonte: Brasil, 2014.

2.2 SISTEMA DE COMANDO DE CONTROLE DO EXÉRCITO

O Sistema de Comando e Controle, tradicionalmente identificado pela sigla C^2 surgida durante a Guerra Fria, tem incorporado tecnologias e novas demandas, tornando o próprio termo defasado em relação às capacidades exigidas para atender às necessidades operativas. Na literatura internacional, notadamente norte-americana, a sigla C^2 evoluiu para C^3I na década de 1990, ou seja, Comando, Controle e Inteligência; depois, incorporou mais um "c", tornando-se C^4I, com a inclusão dos computadores nos sistemas, e, finalmente, o termo C^4ISTAR, acrescentando os termos vigilância, aquisição de alvos e reconhecimento.

No Brasil, o Catálogo de Capacidades do Exército, elaborado pelo Estado-Maior do Exército, estabelece que o Sistema de Comando e Controle deve ser capaz de:

> "proporcionar ao Comandante, em todos os níveis de decisão, o exercício do Comando e Controle por meio da avaliação da situação e da tomada de decisões baseada em um processo eficaz de planejamento, de preparação, de execução e de avaliação das operações. Para isso, são necessários, nos níveis estratégico, operacional e tático, sistemas de informação e comunicações integrados que permitam obter e manter a superioridade de informações com relação a eventuais oponentes". (EB20-C-07.001)

Apesar do termo C^4ISTAR[5] não ser usualmente empregado na literatura militar brasileira, o Catálogo de Capacidades do Exército definiu como necessária a integração entre os sistemas de informação e de comunicações dentro do contexto do Sistema de Comando e Controle, objetivando proporcionar aos comandantes a Consciência Situacional, a qual é definida como:

> "ser capaz de proporcionar em todos os níveis de decisão, em tempo real, a compreensão, a interação do ambiente operacional e a percepção sobre a situação das tropas amigas e dos oponentes. É propiciada pela integração dos conhecimentos provenientes dos sistemas de informação, sistema de armas e satélites, apoiados em infraestrutura de comunicações com o nível adequado de proteção". (EB20-C-07.001)

No Manual de Campanha EB20-MC-10.205, o Sistema de Comando e Controle tem algumas tarefas definidas. Entre elas, a tarefa de realizar a gestão do conhecimento e da informação, operar postos de comando, conduzir o processo de planejamento e a condução de operações. Para isso,

---

[5] *Command, Control, Communications, Computers, Information/Intelligence, Surveillance, Targeting Acquisition and Reconnaissance.* Do inglês: comando, controle, comunicações, computadores, inteligência, vigilância, aquisição de alvos e reconhecimento, (tradução nossa).

o Sistema de Comando e Controle é concebido de forma sistêmica, com uma variedade de sistemas inter-relacionados e com capacidade de intercambiar serviços ou informações com outros escalões da Força Terrestre e com outras Forças ou agências.

Nesse sentido, o Sistema de Comando e Controle do Exército foi organizado em dois amplos sistemas: o Sistema Estratégico de Comando e Controle (SEC²Ex) e o Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre (SC²FTer), sendo o primeiro constituído pelas estruturas físicas de comunicações e informática desde o tempo de paz, interligando os órgãos voltados para a logística, mobilização, pessoal, ciência e tecnologia e preparo e emprego da Força Terrestre.

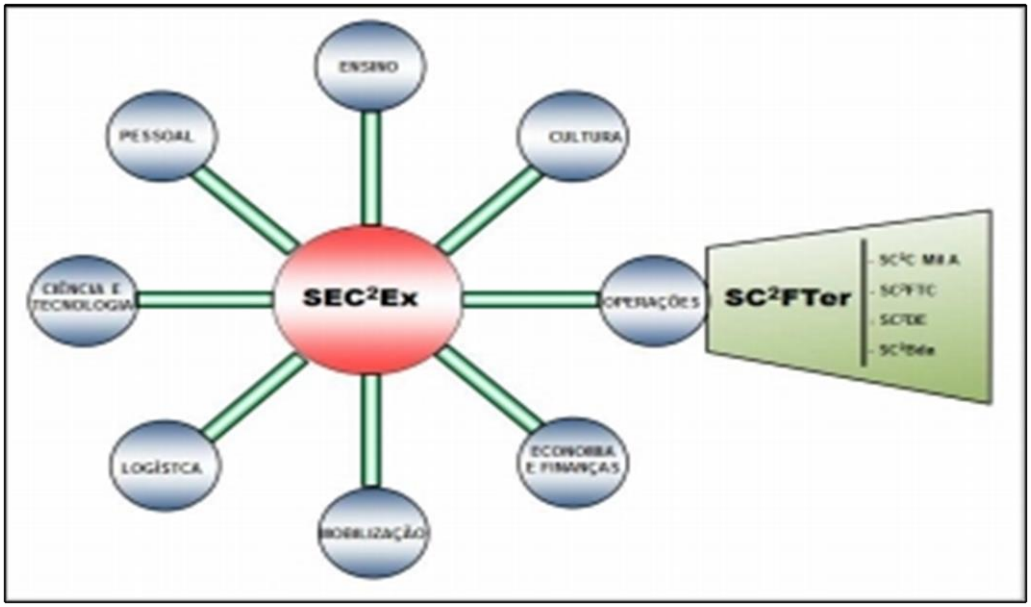

Figura 2 – Integração SEC²Ex e SC²FTer.

Fonte: Brasil, 2015.

Assim, o SC²FTer direciona-se para o emprego operativo desde o tempo de paz, utilizando as bases físicas de comunicações e informática desdobrada nos níveis estratégico, operacional e tático, o que possibilita a integração de todas as funções de combate, bem como os respectivos elementos de manobra, de apoio ao combate e de logística.

A integração proporcionada pelo SC²FTer depende da interoperabilidade, ou seja, de equipamentos e procedimentos compatíveis entre as forças atuantes na operação militar, o que agrega valor de combate às tropas amigas e aumenta a efetividade no cumprimento da missão.

O SC²FTer também é dividido em Sistema Estratégico de Comunicações (SEC) e Sistema Tático de Comunicações (Sis Tat C) [6]. O SEC é operado desde o tempo de paz, com estrutura física e canais privativos, de forma territorial e concebido por área, permitindo a transição da situação de preparo para emprego com menor impacto possível, portanto se trata de um sistema de alta capacidade de tráfego e pouca mobilidade, sendo a principal ligação com o Sistema Nacional de Telecomunicações (SNT). O Sis Tat C utiliza pessoal e material orgânico das organizações militares operativas, constituindo os meios de comunicações empregados por tropas em operações, como centros nodais, enlaces por satélites, por micro-ondas, por rádio, por meio físico e por mensageiro, constituindo-se, portanto, em um sistema para comunicações críticas, ou seja, com menor capacidade de tráfego por voz, dados ou imagem, mas de maior mobilidade e rapidez de instalação.

Figura 3 – Centro Nodal do Sistema Tático de Comunicações.

Fonte: www.eb.mil.br. Acesso em 29 de setembro de 2019.

[6] É o conjunto de meios de comunicações empregados por tropas em operações, utilizando-se de pessoal e de material orgânicos, a fim de apoiar as necessidades de comando e controle dos elementos subordinados e em apoio com comunicações rápidas e eficazes. (BRASIL, 2015).

2.3 SISTEMA DE COMUNICAÇÕES

Os Sistemas de Comunicações correspondem, basicamente, à infraestrutura física e lógica que sustenta o fluxo de mensagens do comando e controle. Abrangem um conjunto de equipamentos para atender determinada necessidade.

Em cada escalão, como nos níveis brigada ou divisão de exército, o conjunto de meios voltados para as demandas da brigada é chamado de Sistema de Comunicações de Brigada, e o conjunto de meios direcionado para a Divisão de Exército é denominado Sistema de Comunicações de Divisão.

Os Sistemas de Comunicações são o suporte para o funcionamento do Sistema de Comando e Controle, ou seja, é a base física e lógica por intermédio das qual o fluxo de informações, os dados e a própria comunicação transcorrem, garantido a consciência situacional em todos os níveis de comando.

Segundo o Catálogo de Capacidades do Exército, os Sistemas de Comunicações:

> "devem ser capazes de estabelecer e operar estruturas de comunicações para suportar toda necessidade de transmissão para a condução dos processos de apoio à decisão, as informações para a consciência situacional do comandante nos diversos níveis e as ações para a busca da superioridade de informações". (EB20-C-07.001)

No Exército Brasileiro, o Sistema de Comunicações possui duas grandes subdivisões, que são o Sistema de Comunicações de Comando (SCC) e o Sistema de Comunicações de Área (SCA). O SCC atende às necessidades específicas de um escalão de comando em operações, ligando um comando a seus subordinados, desde o período de paz, crise ou guerra; enquanto o SCA é estruturado em uma malha de comunicações desdobrada para atender aos elementos em uma zona de ação de um determinado escalão, possibilitando o fluxo de dados, voz e imagens por uma rede de centros nodais[7] interconectados aos diversos meios, como rádio, fio e fibra ótica.

Além dessa divisão finalística, o Sistema de Comunicações subdivide-se, segundo critérios técnicos, em sistema de enlace por satélite, sistema de enlace por micro-ondas em visada direta, sistema de enlace por tropodifusão, sistema de enlace por rádio, sistema de enlace físico e sistema de enlace por mensageiro.

---

[7] Centros nodais são nós troncais interconectados por enlaces rádio em visada direta, cabo múltiplo ou fibra ótica, proporcionando cobertura de comunicações para a zona de ação dos escalões Divisão de Exército e superiores (Brasil, 1997).

Tais divisões e subdivisões visam facilitar a concepção, o adestramento e o emprego dos meios mais adequados para determinada operação ou finalidade, observado os princípios[8] das Comunicações, como economia de meios, flexibilidade e prioridade, rapidez, amplitude de desdobramento, continuidade, confiabilidade, simplicidade e segurança, os quais guiam as tropas encarregadas de instalar, explorar, manter e proteger as comunicações indispensáveis à execução da missão.

Em termos de enlace por rádio, o Centro Tecnológico do Exército desenvolve o Programa RDS-Defesa, que visa dotar as Forças Armadas do Brasil de equipamento rádio compatíveis com a alta complexidade tecnológica atual. Esse programa tem como principal objetivo desenvolver o Rádio Definido por Software (RDS), com formas de ondas proprietárias, o que traz maior segurança para as comunicações militares. Ressalta-se que o domínio da tecnologia de criação de formas de ondas eletromagnéticas coloca o Brasil no rol de quinze países que detém essa capacidade no mundo. Isso comprova a necessidade do componente político, ou seja, de esforço institucional para o prosseguimento de projetos estratégicos ligados à tecnologia (Duarte, 2009).

Figura 4 – Rádio Definido por Software (RDS)

Fonte: Brasil, 2019

[8] Princípios das Comunicações são pressupostos básicos observados no planejamento e na execução do apoio de comunicações à Força Terrestre. (EB70-MC-10.241)

2.4 COMANDO E CONTROLE NAS OPERAÇÕES TERRESTRES

O novo manual de campanha “Operações” (EB70-MC-10.223) definiu as três operações básicas previstas na doutrina do Exército Brasileiro, que são a ofensiva e a defensiva, ambas para situações de guerra; e, no caso de situação de não guerra, operação de cooperação e coordenação com agências.

No campo das operações ofensivas, caracterizada pela ampla iniciativa das ações, há divisão em tipos, que são marcha para combate, reconhecimento em força, ataque, aproveitamento do êxito e perseguição. Nesse tipo de operação, o C^2 tem como prioridade a flexibilidade, o que é proporcionado pelos meios de comunicações móveis, como o rádio, de porte do combatente, instalado nas viaturas e nas aeronaves, de forma a manter o comandante informado das ações das suas tropas, bem como das reações do inimigo, apesar dos deslocamentos constantes das tropas.

Entre as operações defensivas, concebidas para manter a posse de uma área ou negá-los ao inimigo enquanto a força é organizada para a retomada da ofensiva, há dois tipos principais a saber: a defesa em posição e o movimento retrógrado. Em ambas as operações, os meios mais utilizados são os físicos, como fio e fibra ótica. Os meios rádios permanecem em silêncio enquanto não estiver estabelecido o contato com o inimigo.

Em qualquer tipo de operação militar, a capacidade de gerenciamento dos meios de comando e controle é fator primordial para êxito. Tal capacidade é decorrente de eficiência e integração horizontal e vertical dos procedimentos, meios tecnológicos e decisões, garantindo a consciência situacional constantemente atualizada para todos os comandantes envolvidos na operação.

Nas operações de coordenação e cooperação com agências, a interoperabilidade é dificultada devido à diversidade de procedimentos e meios tecnológicos, tornando o processo decisório demasiadamente lento nesses tipos de operações.

No entanto, o princípio da interoperabilidade deve ser priorizado nos planejamentos e na aquisição de materiais, visando todo tipo operação, haja vista que a Força Terrestre dificilmente atuará isolada, pois, o combate moderno demanda esforços conjuntos.

Nesse propósito, o Exército Brasileiro tem realizado uma série de exercícios militares, como a Manobra Escolar, que é realizada anualmente na área da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em Resende, RJ, contando com a participação integrada de tropas de diversas especialidades e totalizando mais de quatro mil militares.

No âmbito do Ministério da Defesa (MD), realizam-se uma gama de exercícios e operações conjuntas que como produtos o aprimoramento das capacidades de interoperabilidade das organizações militares. Assim, o Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA) coordena essas atividades, como ocorreu na segurança de grandes eventos, a exemplo dos Jogos Mundiais Militares, a Copa do Mundo FIFA 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016. Além disso, são realizadas operações conjuntas dentro do contexto do Programa de Proteção Integrada de Fronteiras (PPFI)[9], abrangendo as Forças Armadas e uma série de órgãos federais e estaduais, como as Operações Ágata, realizada na faixa de fronteiras para combater crimes, a exemplo do tráfico de drogas, de armas e diversos outros ilícitos.

Figura 5. Operação Ágata.

Fonte: Tereza Sobreira/MD. Acessado em 5 de outubro de 2019.

[9] O Decreto nº 8.903, de 2016, criou o Programa de Proteção Integrada de Fronteiras (PPIF) para fortalecer a prevenção, o controle, a fiscalização e repressão aos delitos transfronteiriços, tendo como diretriz a atuação integrada e coordenada dos órgãos de segurança pública, de inteligência, da Receita Federal e das Forças Armadas.

3 **METODOLOGIA**

A pesquisa proposta neste trabalho buscou, por meio do uso de diversas fontes, tentar expender o problema de pesquisa e atingir o objetivo de estudo proposto e dar subsídios para uma conclusão dos impactos da Era da Informação nos Sistemas de Comando e Controle do Exército Brasileiro nas Operações.

Assim, segundo a Taxionomia de Vergara (2009), por meio de uma pesquisa qualitativa, buscou-se entender os fatos acerca das novas ameaças, das novas tecnologias e das tendências futuras para os Sistemas de Comando e Controle.

3.1 TIPO DE PESQUISA

O presente estudo foi realizado, principalmente, por meio de uma pesquisa bibliográfica, pois se baseou em fundamentação teórico-metodológica na investigação sobre os assuntos relacionados aos Sistemas Militares de Comando e Controle do Exército Brasileiro em livros, manuais, relatórios e artigos de acesso livre ao público em geral, incluindo-se nesses aqueles disponibilizados pela rede mundial de computadores.

3.2 UNIVERSO E AMOSTRA

O universo do presente estudo abrange os meios de comunicações que compõem os Sistemas de Comando e Controle do Exército, as novas tecnologias já empregadas por outros países e as em desenvolvimento. Como principais amostras, serão utilizadas algumas do tipo não probabilísticas e classificadas como sendo por conveniência, sendo elas relatórios de operações militares, quadros de dotação de material das unidades de comunicações e quadro de cargos previstos.

3.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados deu-se por meio de leitura de artigos científicos, dissertações, livros, pesquisas na internet em sites relacionados ao tema e revistas. Foi feita uma análise dos dados e extraídos os aspectos principais para a

elaboração desta pesquisa, permitindo uma abordagem prospectiva para os sistemas de comando e controle do Exército Brasileiro.

Por fim, tendo por base o apresentado no estudo, a conclusão procurará mostrar quais impactos e as perspectivas futuras para os sistemas de comando e controle do Exército Brasileiro.

3.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Conforme Departamento de Pesquisa e Pós-graduação (Exército) (2012), o método de tratamento de dados que foi utilizado no presente estudo fundamentou-se na análise de conteúdo, no qual serão realizados estudos de textos para se obter a fundamentação teórico para se confirmar ou não as questões levantadas.

3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO

A metodologia em questão possui limitações, particularmente, quanto à profundida do estudo que foi realizado, pois não contemplou, dentre outros aspectos, o estudo de campo e a entrevista com pessoas diretamente ligadas aos processos em estudo. Porém, devido ao fato de se tratar de um trabalho de término de curso, a ser realizado em aproximadamente seis meses, o método escolhido foi adequado e possibilitou o alcance dos objetivos propostos no presente Projeto de Pesquisa.

4 ERA DA INFORMAÇÃO

Nos dias atuais, diversas tecnologias têm surgido rapidamente e provocando mudanças bruscas e profundas em diversas áreas, como na economia, na medicina, nos transportes, nas comunicações e, por consequência, nos sistemas militares em geral.

A tecnologia de comunicação sem fio, empregada nas operações militares das primeiras décadas do século XX, limitavam-se às comunicações por rádio analógico, o qual era sujeito à interferência natural e artificial de maneira frequente.

Nas últimas décadas do século XX, a tecnologia sem fio chegou aos computadores e aos aparelhos telefônicos portáteis utilizados pelas pessoas no mundo inteiro, abrindo um mercado promissor para investimentos no desenvolvimento de novas tecnologias, como as transmissões de dados, vídeo e imagens, saindo das limitações da comunicação por voz.

Nesse processo, a telefonia móvel evoluiu rapidamente e chegou ao padrão tecnológico 5G[10], prometendo revolucionar o setor de comunicações móveis em todas as áreas, com significativa elevação nas taxas de velocidade de dados e menor latência, permitindo aplicações críticas, como carros autônomos, o que levará definidamente o mundo para uma grande rede de dados. Assim, a internet das coisas (*Internet of Things*), que é o conceito de conectar digitalmente as coisas físicas em uma rede maior, tornando-as fontes de informação acionáveis, que, uma vez conectadas, são capazes de se comunicar e colaborar uma com as outras, ampliando a produtividade e a robotização em diversas áreas.

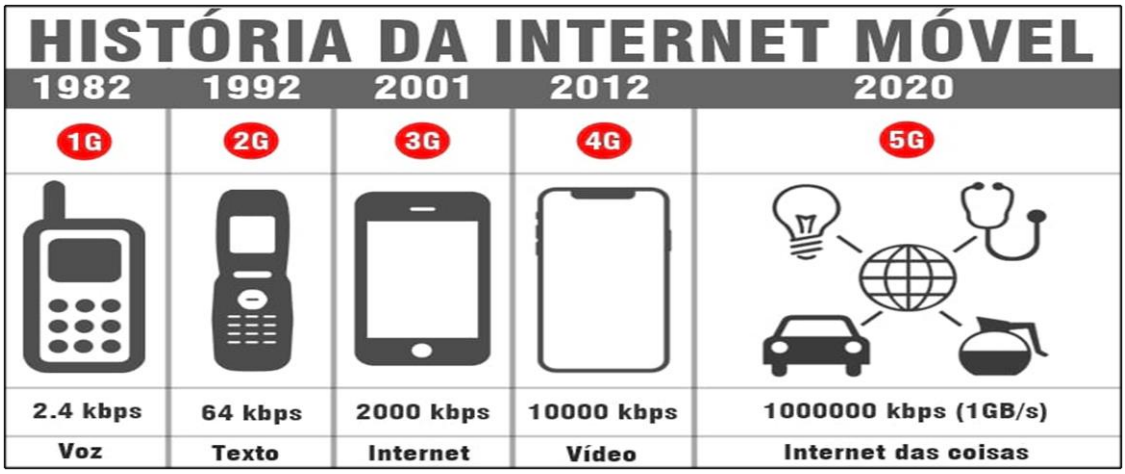

Figura 6. História da internet móvel.

Fonte: Oficina da Net. Google. Acessado em 24 de junho de 2019.

Nessa grande rede informacional em que o mundo está mergulhando, as ameaças cibernéticas[11] são cada vez mais onipresentes conforme a tecnologia avança, colocando os Estados perante novas ameaças, como bombas lógicas e softwares maliciosos capazes de provocar danos significativos à sociedade. As

[10] 5G é a nova geração de rede de internet móvel, que promete velocidade de download de 10 a 20 vezes mais rápida do que a tecnologia 4G.

[11] São ataques promovidos por hackers para invasão de sistemas financeiros, de segurança, de comando e controle etc., com capacidade de gerar danos à sociedade.

novas ameaças decorrem também do surgimento de novos atores, como agentes não estatais, que desencadeiam ataques terroristas, crimes transnacionais, desafiando o poder dos Estados perante a opinião pública mundial.

O papel da mídia tradicional cresceu de importância e foi impulsionada pela conectividade das pessoas na internet, nas chamadas redes sociais, acelerando o fluxo de informações. Assim, a notícia de um fato pode rapidamente ganhar alcance mundial em minutos, criando novas narrativas que, em muitos casos, atendem e contrariam interesses de agentes antagônicos.

Segundo o Manual EB20-MF-10.101, os conflitos tendem para novas características e tendências, em um ambiente redefinido por extensa rede de sensores e de fluxo de dados, centrada no comandante, a fim de proporcionar vantagens decisivas ao que melhor integrar, analisar, difundir e utilizar com oportunidade a informação relevante.

No entanto, o fluxo de dados atingiu grandes proporções. Estima-se que são trocados 294 bilhões de e-*mails* e 65 bilhões de mensagens no *WhatsApp*, segundo o portal *Visual Capitalist*, por dia em todo o mundo. Esses números gigantes reforçam a importância da seletividade no fluxo de mensagens, a fim de focar nos dados relevantes à consciência situacional, colaborando para atuação eficaz dos comandantes em todos os níveis.

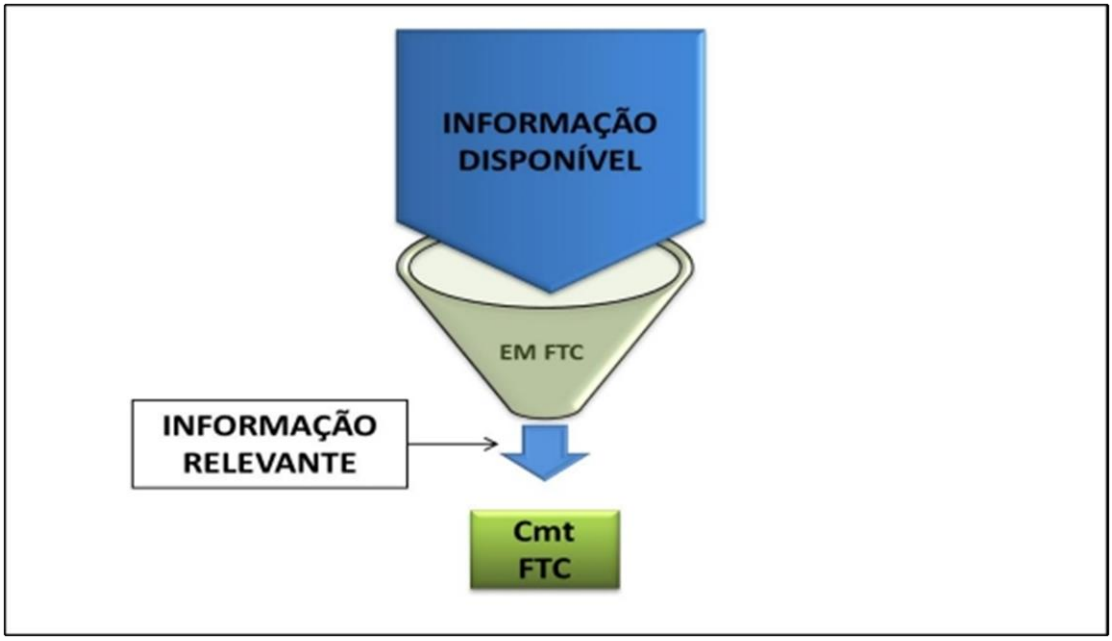

Figura 7 – Informação disponível x informação relevante.

Fonte: Brasil, 2014.

Esse imenso fluxo de dados só foi possível por causa da evolução das tecnologias de informação e comunicação (TIC). Tal evolução permitiu "*streaming* de vídeo" em tempo real, tornando extremamente necessário o acompanhamento das operações por intermédio de câmeras ligadas aos centros de comando e controle e instaladas nos locais de operação ou nos vetores navais, terrestres, aéreos e até no próprio combatente, o que inseriu o decisor no espaço de conflito definitivamente.

> "Os centros de comando e controle são centros de operações configurados para proporcionar as ligações entre a estrutura militar de comando com os escalões superior e subordinado. São centros configurados para apoiar, com recursos de comando e controle, os Estados-Maiores constituídos, de forma que os processos de comando e controle ocorram segundo as diretrizes estabelecidas. Os centro de comando e controle devem ser constituído, em princípio, pelos seguintes elementos: centro de operações, centro de comunicações, centro de dados, sistemas de informação em apoio ao planejamento e á visualização das operações e demais atividades de interesse, recursos de TIC e salas de reunião (BRASIL, 2018)".

Além da maior capacidade de transmissão, as novas tecnologias permitiram comunicações eficazes a longas distâncias, ampliando substancialmente o campo de batalha em todas as dimensões. Assim, os centros de decisão podem acompanhar conflitos a milhares de quilômetros, utilizando sensores não tripulados, armamento de longo alcance e extrema precisão, reduzindo a necessidade de tropas no terreno, o que reduz a incidência de danos ao pessoal das forças amigas.

No entanto, a facilidade de acompanhar as operações a distância reforça a tendência natural ao microgerenciamento, que é a interferência excessiva dos escalões superiores nas decisões das pequenas frações. Tal interferência é o paradoxo da guerra na Era da Informação, pois lida com um dilema a respeito de quem está em melhores condições de tomar as decisões mais acertadas, ou seja, se são os escalões inferiores aferrados no terreno ou se são os comandantes que acompanham a crise a distância por meios dos sistemas que proporcionam a consciência situacional. Dosar a maior capacidade de gerenciamento das informações frente à atração ao microgerenciamento tornou-se um desafio atual (Visacro, 2015).

Figura 8. O presidente norte-americano acompanha a captura de Bin Laden.
Fonte: Portal BBC Brasil. Acessado em 6 de julho de 2019.

Na figura acima, o então presidente dos Estados Unidos da América (EUA), Barak Hussein Obama, acompanha em tempo real a Operação Lança de Netuno para captura do terrorista Osama bin Laden, morto nessa operação em 2 de maio de 2011, na cidade de paquistanesa de Abbottadab por tropas norte-americanas a mais de sete mil quilômetros de distância da capital dos EUA.

Eventos como o descrito acima só são possíveis graças à evolução tecnológica que desencadeou o processo de digitalização do espaço de batalha, fazendo uso de imagens provenientes de uma rede de sensores instalados em satélites, aeronaves não tripuladas, veículos terrestres e até nos próprios combatentes no terreno.

Esses sensores espalhados judicialmente no ambiente operativo e interligados pelos mais modernos meios de comunicações, principalmente digitais, tornaram-se uma ferramenta de comando e controle imprescindível no atual cenário da Era da Informação, evidenciando o conceito de Guerra Centrada em Redes (GCR).

A Guerra Centrada em Redes baseia-se na integração dos diversos sistemas de comunicações e de comando e controle, visando uma consciência situacional compartilhada para facilitar a tomada de decisões em todos os níveis, o que é possível pela maior sincronização do processamento das informações, levando a um aumento significativo na agilidade e eficácia dos processos (Cordeiro, 2014).

O compartilhamento da consciência situacional e a diversidade de atores e ameaças no ambiente operativo demandam agilidade na tomada de decisão, provavelmente diminuindo a dependência dos tradicionais processos de modelos hierárquicos e abrindo espaço para maior flexibilidade nos escalões inferiores. Isso só é possível em razão do aprimoramento dos conceitos de Estado Final Desejado (EFD) e de intenção do comandante.

O Estado Final Desejado é uma situação política ou militar favorável que deve alcançada quando a operação estiver finalizada (Brasil, 2014), ou seja, expressa o que se pretende obter com o emprego do componente militar. Tal conceito facilita o desenvolvimento da iniciativa dos subordinados diante de situações imprevistas.

4.1 A DIGITALIZAÇÃO DO ESPAÇO DE BATALHA

Devido aos avanços tecnológicos informacionais, a digitalização do espaço de batalha tornou-se uma tendência atual que tem revolucionando os processos de planejamento e acompanhamento das operações militares por meio de *software* de apoio à decisão e de busca da consciência situacional. Esse processo começou no século passado, quando passou a fazer parte dos debates sobre defesa. Em termos gerais, a digitalização significa: processo pelo qual um determinado dado (imagem, som, texto) é convertido para o formato de dígito binário para ser processado por um computador (...), que se reflete na confluência tecnológica entre televisão, telefone e computador, que passam a operar em uma mesma rede e em uma base *hardware* comum. A mudança trouxe novos padrões para a produção material, para administração de empresas e para a alavancagem e financiamento de negócios. (Martin, 2008, p.7-8).

No Exército Brasileiro, a digitalização motivou investimentos no desenvolvimento e aquisição de *software* de apoio à decisão, com a finalidade de melhorar a consciência situacional, realizar um tratamento oportuno dos incidentes e sincronizar as ações empregadas para resolver os problemas militares no terreno. Nesse contexto, segundo (Duarte, 2009), com a digitalização, todos sabem o que todos estão fazendo. A digitalização facilita a sincronização das atividades combatentes.

Assim, em 2018, o Exército Brasileiro aprovou a Diretriz de Iniciação do Projeto “Família de Aplicativos de Comando e Controle da Força Terrestre”

(FAC2FTer), buscando a interoperabilidade para aumentar a qualidade e diminuir o tempo das decisões operacionais da Força Terrestre no contexto das operações centradas em rede (Brasil, 2018).

Atualmente, os dois principais sistemas de apoio à decisão no âmbito da Força Terrestre Brasileira são o C² em Combate e o Pacificador. O primeiro foi concebido para operações de guerra; o segundo, para operações de não guerra.

O Sistema C² em Combate surgiu de uma iniciativa do Exército Brasileiro e consiste em um programa de computador que permite o acompanhamento em tempo real das operações militares por parte dos comandantes. Tal acompanhamento é possível devido à infraestrutura física e lógica que dá suporte ao C² em Combate. Assim, os dados são inseridos pelos operadores e por tropas espalhadas na área de operações, contribuindo para a consciência situacional dos comandantes em diversos níveis de decisão e para a integração entre as funções de combate, como inteligência, movimento e manobra, fogos, proteção e logística.

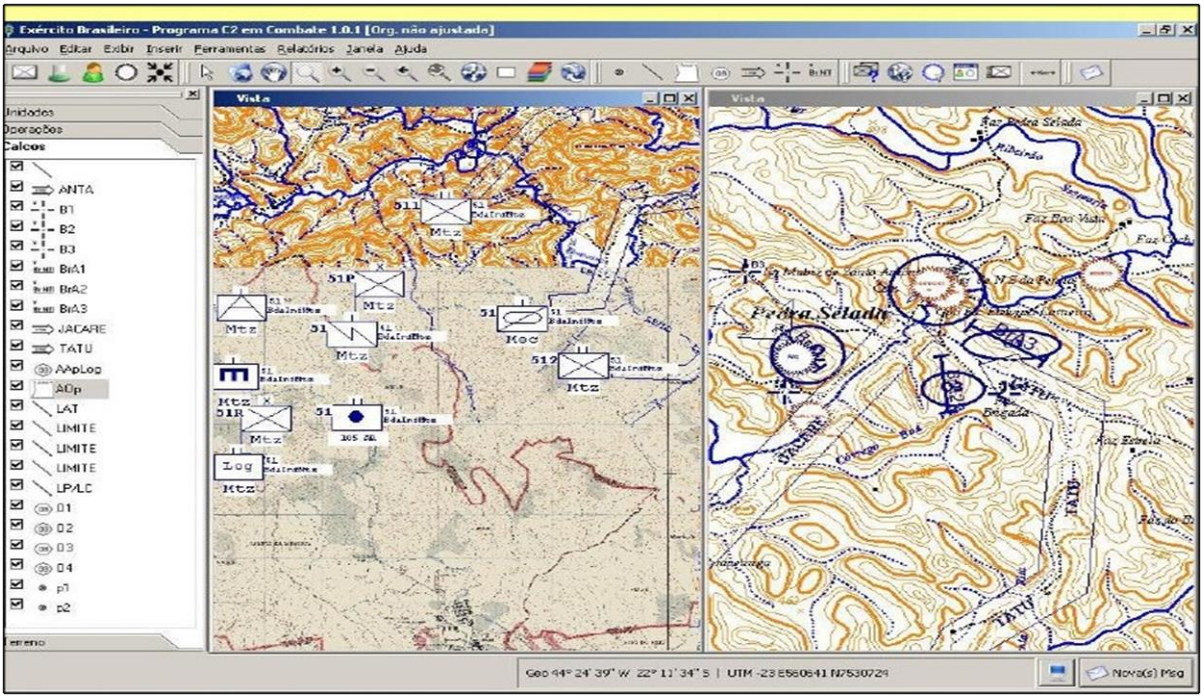

Figura 9. Tela do C² em Combate.

Fonte: Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT).

O Pacificador foi inspirado em um *software* denominado Sistema de Tratamento de Incidentes, que era uma versão modificada do C² em Combate implementada para os 5º Jogos Mundiais Militares em 2011 (Cordeiro, 2014). Essa experiência inspirou o desenvolvimento do Pacificador para comando e controle de

grandes eventos e operações de Garantia da Lei e da Ordem (GLO), sendo assim mais indicado para as operações de não guerra ou de coordenação com agências.

O Pacificador permite visualizar mapas digitais, acompanhar a atuação de agentes de segurança, obter relatos de situação fornecidos pelas tropas no terreno, acompanhar itinerários de deslocamento e pontos de interesses, como hotéis, hospitais, delegacias, bem como determinar os responsáveis pelas ações e verificar o andamento do cumprimento das missões. Tudo isso visa auxiliar os comandantes no processo de tomada de decisão e obtenção da consciência situacional.

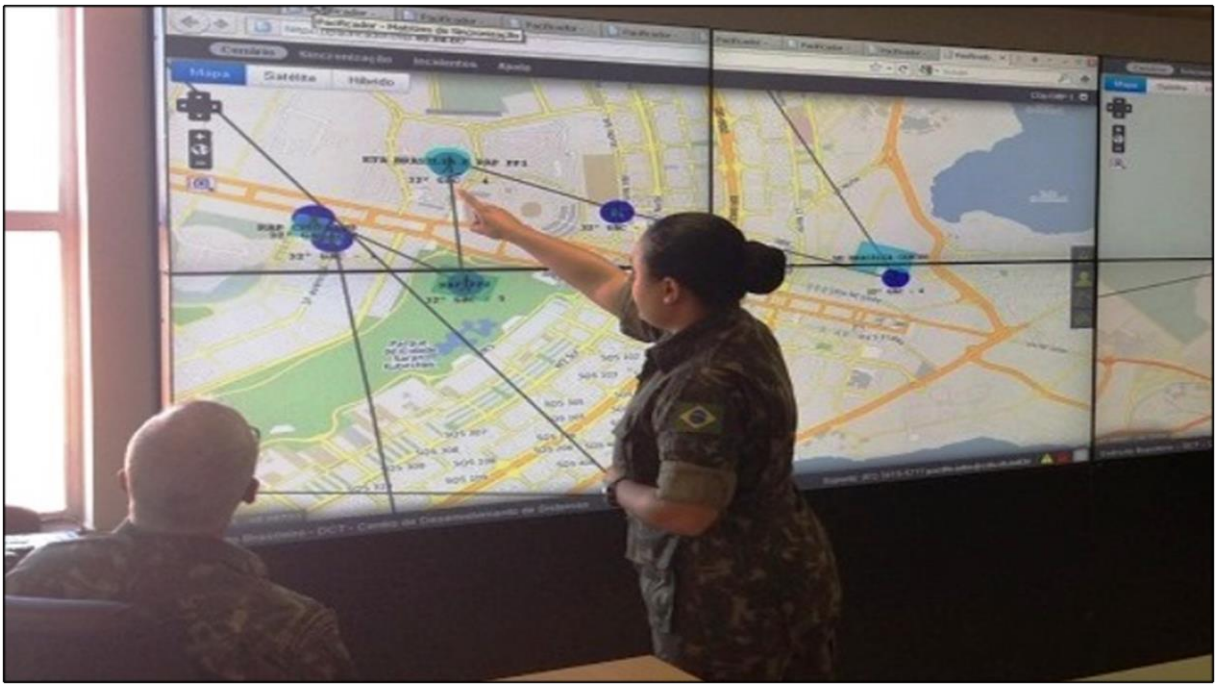

Figura 10. Tela do Pacificador observada por militares do Exército Brasileiro.
Fonte: Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT).

Devido à busca pela interoperabilidade, há uma tendência natural para unificar essas plataformas, de forma a ter apenas um sistema que seja compatível com as necessidades dos comandantes em todo tipo de operação militar, facilitando, assim, a sincronização das ações e obtenção da consciência situacional.

A necessidade que os escalões de comando possuem em obter e manter a consciência situacional eleva a demanda pelo amplo emprego das tecnologias de informação e comunicação, colocando os sistemas de comando e controle como centro de gravidade das operações.

Assim, o objetivo tático das guerras acompanhou o processo evolutivo das sociedades. Desde a necessidade de tomar a posse da terra nas sociedades

agrárias, prejudicar a capacidade de produção, ocupar o território, tomar cidades e recursos econômicos na era das armas convencionais até o fim primordial da Era da Informação, que passou a ser os sistemas de comando e controle do oponente, bem como os sistemas de tráfego aéreo, de distribuição de energia elétrica, de abastecimento de gás e petróleo, de transporte, de redes de telefonia, entre outros, trazendo novas ameaças definitivamente para o campo de batalha multidimensional e sem divisão clara entre combatentes e civis, entre cidades e áreas de operações com espaços delimitados para as tropas engajadas no combate.

4.2 AS AMEAÇAS PARA OS SISTEMAS DE COMANDO E CONTROLE

Em 1982, a Guerra das Malvinas marcou a entrada definitiva da Guerra Eletrônica como fator para multiplicar o poder de combate. Naquele conflito, a Grã-Bretanha fez amplo emprego de bloqueadores eletrônicos para dificultar as comunicações e o exercício de comando e controle entre as tropas argentinas desdobradas nas ilhas Malvinas e o comando das forças armadas em Buenos Aires.

Uma década depois, entre os anos de 1990 e 1991, a Guerra do Golfo mostrou a importância das novas tecnologias de comunicação, abrindo uma verdadeira revolução nos sistemas de armas e na doutrina militar, que foi abarcada pelo termo "*Revolution in military affair*"[12] (RMA), gerando expectativa de superioridade militar e percepção de proteção ou vulnerabilidade conforme o Estado detém a capacidade tecnológica ou não. Nesse contexto, a buscar da superioridade eletromagnética foi ampliada para além da necessidade de impedir, dificultar e degradar o tráfego de informações nos sistemas de comando e controle do oponente, atingindo também os sistemas de armas e de defesa antiaérea, o que desencadeou um processo de aperfeiçoamentos doutrinários na arte da guerra, com mísseis de alta precisão, baixo efeito colateral, alto poder de destruição e longo alcance.

No século XXI, a Guerra da Síria comprovou a importância da supremacia eletromagnética. Como relatou o ex-comandante do Comando de Operações Especiais dos Estados Unidos da América, General Raymond Thomas, a Síria se tornou um ambiente eletromagnético extremamente agressivo, dificultando o

[12] Revolution in Military Affair (RMA) é uma teoria sobre a evolução da guerra ao longo do tempo, baseada no surgimento de novas tecnologias que impactam a doutrina, a estratégia e as táticas militares.

emprego dos sistemas de posicionamento, ou seja, *Global Positioning System* (GPS), os enlaces de comunicações e o uso de radares.

Como ameaça aos sistemas de comando e controle, a guerra cibernética apresenta-se como mais um relevante fator capaz de impedir e confundir os sistemas de comando e controle. Na Guerra da Geórgia, em 2008, um amplo ataque de negação de serviço, com força bruta, partiu de diversos computadores russos, sobrecarregando os sistemas de comunicações georgianos com mensagens eletrônicas falsas e excesso de acessos, tornando os sistemas indisponíveis, o que atingiu as forças armadas e os serviços civis, como telefonia, internet e energia elétrica.

A Rússia negou veementemente o uso de ataques cibernéticos contra os sistemas georgianos. No entanto, os ataques beneficiaram de forma decisiva o poder militar russo, o que caracteriza o ambiente de guerra cibernética como difícil de definir os agentes envolvidos nesse tipo de ameaça.

No século XXI, o fenômeno das "*fake news*"[13], ou notícias falsas, surgiu como mais uma ameaça ao comando e controle. Não se trata de uma arma contra a infraestrutura física nem lógica, mas sim uma arma contra os aspectos cognitivos dos decisores e da ampla rede de apoio necessária para a execução de operações militares atuais. As *fake news* ampliaram a denominada guerra informacional, baseada em notícias falsas, narrativas e deturpações dos fatos em ampla campanha de desinformação, objetivando denegrir o oponente, conquistar apoio da opinião pública e vencer os conflitos apesar de possíveis reveses nos combates, o que caracteriza o atual ambiente de informação como caótico, em razão da ampla disputa entre forças antagônicas na imprensa tradicional e nas mídias sociais.

O surgimento do fenômeno das "fake news" não as caracterizam como um fato novo. A prática de deturpar e disseminar notícias falsas com o objetivo de manipular fatos, dando uma versão ideológica, tem sido recorrente no mundo há séculos. No entanto, as novas tecnologias de comunicação em rede, como a internet, ampliou a diversidade de agentes propagadores de "fake news", facilitou a

---

[13] Fake news. Termo em inglês para notícias falsas. São produtos de uma forma de imprensa que faz uso deliberado de desinformação ou boatos via jornal impresso, televisão, rádio, online e também nas mídias sociais, com a intensão de enganar para fins de ganhos financeiros ou políticos, muitas vezes com notícias sensacionalistas, exageradas ou evidentemente falsas para chamar a atenção e lucrar com acessos, click. Fonte: Wikipédia. Acesso: 29 de setembro de 2019.

coordenação entre grupos independente da localização geográfica dos seus integrantes, o que fez das “fake news” um fenômeno mundial.

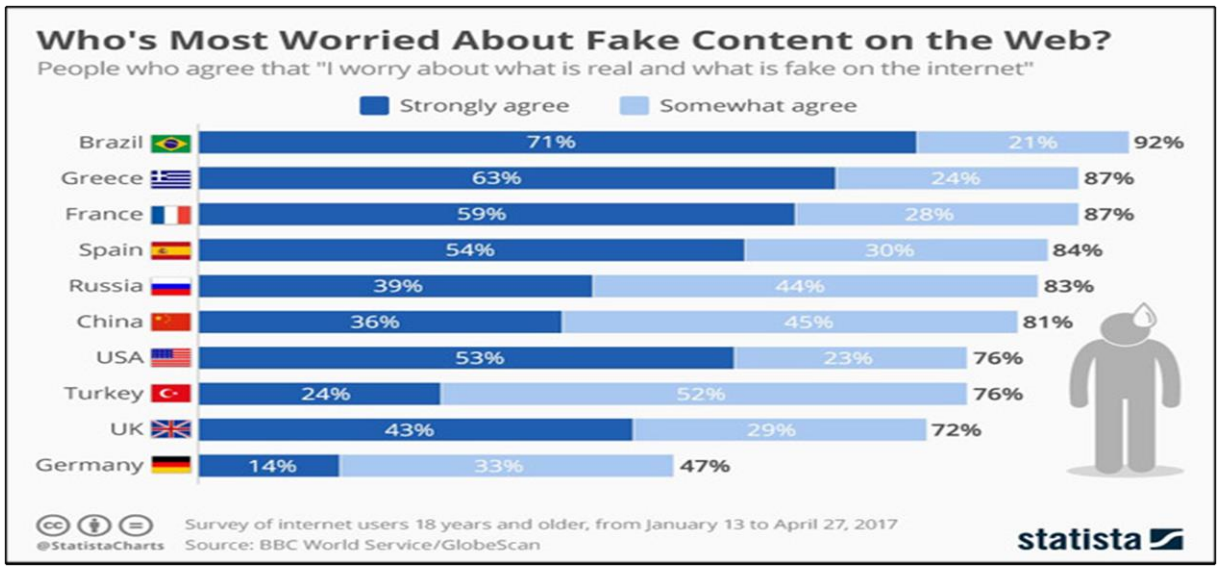

Figura 11. Povos mais preocupados com fake news no mundo.

Fonte: www.uol.com.br. Acesso: 29 de setembro de 2019.

Na figura acima, percebe-se que a população brasileira destaca-se como uma das mais preocupadas do mundo com o fenômeno das “fake news”, o que aumenta a necessidade de notícias institucionais claras e precisas.

Além disso, a capacidade de integrar recursos de ciberespaço e de guerra eletrônica nos níveis tático, operacional e estratégico ganhou notoriedade atualmente, colocando a busca pela superioridade eletromagnética, cibernética e informacional ao lado da importância da superioridade aérea no teatro de operações militares.

4.3 COMANDO E CONTROLE NA OTAN

A Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN)[14] foi criada em 4 de abril de 1949 em um contexto de disputa entre os Estados Unidos da América e a então União das Repúblicas Socialistas Soviéticas. O objetivo inicial da OTAN era formar uma aliança militar dos EUA com os países da Europa Ocidental, a fim de contrapor a influência soviética no continente europeu.

[14] Fazem parte da OTAN: Albânia, Alemanha, Bélgica, Bulgária, Canadá, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos da América, Estônia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Islândia, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Montenegro, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Tcheca, Romênia e Turquia.

Ao longo de décadas de existência, a OTAN agregou novos membros, contando hoje com vinte e nove países, os quais passaram a uniformizar doutrinas, concepções operativas e equipamentos, visando a interoperabilidade como forma de propiciar atuação conjunta contra ameaças externas.

A interoperabilidade no sistema de comando e controle da OTAN é fator preponderante. São quase três dezenas de países com diferentes culturas, histórias e línguas. Nesse sentido, as soluções encontradas foram a intensificação de exercícios conjuntos, a padronização na aquisição de equipamentos e na elaboração doutrinária. Como sentenciou o general francês MERCIER, Comandante Supremo Aliado para a Transformação na OTAN, a grande força da OTAN é o Comando e Controle.

Os exercícios conjuntos são realizados desde o ano de 1951. Atualmente, os países da OTAN realizam em média quatro exercícios anuais, facilitando de forma determinante a interoperabilidade dos sistemas de comando e controle, como observado na Operação Trident Javelin, ocorrida no ano de 2017. Nessas oportunidades, as tropas são certificadas em diversos aspectos, comprovando a competência para o emprego em determinadas operações militares.

Os equipamentos seguem o padrão OTAN, conhecido com “Stardard Agreement”, STANAG, que estabelece condições de interoperabilidade, protocolos, características técnicas, nomenclatura, suprimento e condicionantes de emprego. Tais padronizações estimularam a criação do padrão internacional para material de emprego militar, conhecido como “Nato Stock Number” (NSN), formado por trezes dígitos, os quais identificam a padronização do material.

Em termos doutrinários, um dos principais passos foi o surgimento do “NATO Command and Control Centre Of Excellence” (NATO C2COE)[15]. Trata-se de um centro de estudos voltado para o desenvolvimento da doutrina de comando e controle no âmbito da OTAN, contribuindo para as operações militares daquela organização. Esse centro realiza seminários e analisa cenários prospectivos para os sistemas de comando e controle.

---

[15] Centro de Excelência para Comando e Controle. Trata-se de um centro de pesquisa de assuntos militares credenciado pela OTAN, integrando uma ampla rede de apoio ao desenvolvimento de tecnologia e de conceitos doutrinários, com a participação da comunidade científica civil e militar. Por não fazer parte da estrutura da OTAN, dispõe de autonomia e flexibilidade para estabelecer convênios com instituições de pesquisas.

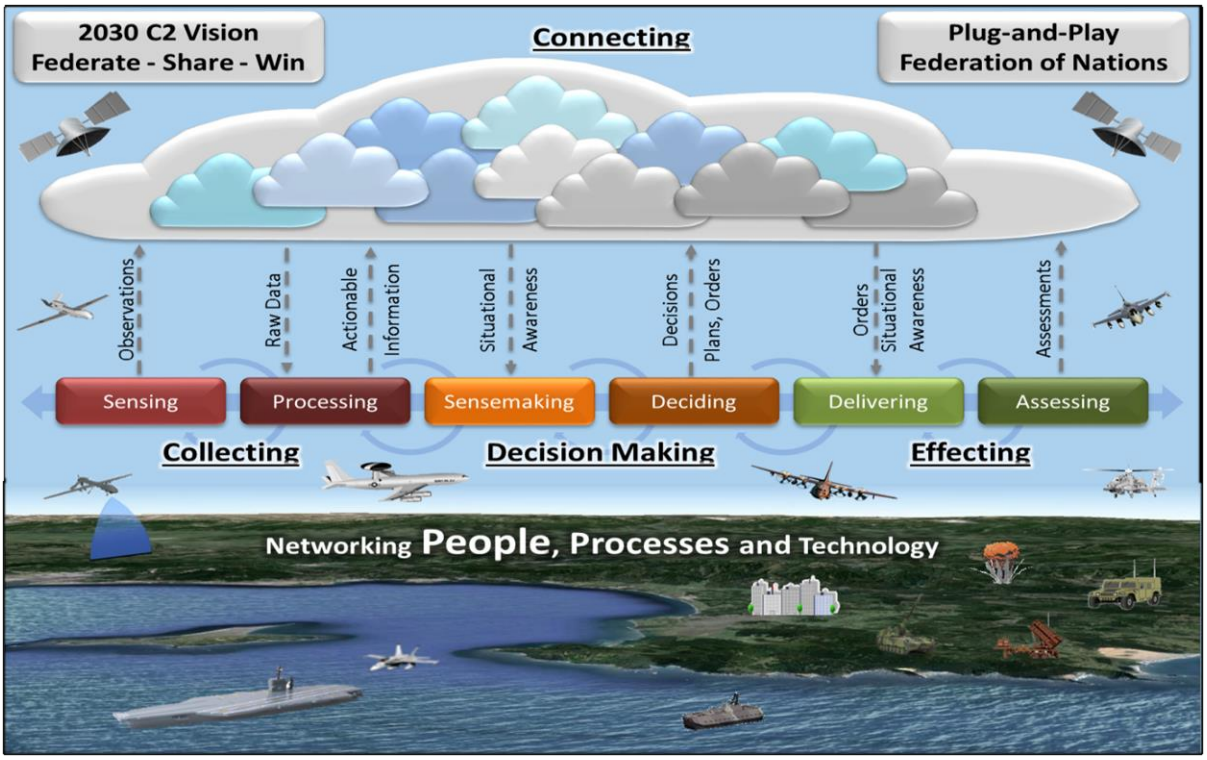

Figura 12. Concepção prospectiva das capacidades de C² para 2030.
Fonte: Centro de Excelência de Comando e Controle da OTAN (NATO C2COE).

No cenário estudado pela OTAN para a década de 2030, os sistemas de comando e controle oferecerão uma nuvem de possibilidades ou de conectividade, integrando pessoas, processos e tecnologias, mas também abrangendo as capacidades de detecção, processamento e decisão. Nesse cenário, os sistemas autônomos de decisão, como de detecção e engajamento de alvos, ganharam cada vez mais espaço, trazendo desafios para a segurança em razão das ameaças cibernéticas capazes de inserir comandos inapropriados nos sistemas.

Além dos aspectos tecnológicos da guerra na Era da Informação, os quais são estudados no Centro de Excelência de Comando e Controle da OTAN, as capacidades dos recursos humanos também ganham notoriedade. Nesse aspecto, em artigo da revista de cenário global desse centro, o tenente-coronel espanhol Frederico Clemente argumentou sobre os estilos de liderança, de filosofia de comando e organizações militares que serão mais apropriadas para as guerras futuras, trazendo questionamentos quanto à capacidade dos atuais líderes em atuar em um ambiente de alta disputa no campo tecnológico voltado

para as operações militares. No entanto, a tomada de decisão continuaria dependendo da experiência, da ética, da mentalidade, do comportamento e da cultura do comandante, ou seja, qualidades incomensuráveis, complexas e tipicamente humanas, as quais não são possíveis de serem transpassadas para sistemas autônomos de decisão conduzidos por inteligência artificial.

A OTAN espera uma mudança na concepção de postos de comando (PC) nos próximos vinte anos, segundo NIJMEIJERS. Nessa concepção, uma gama de pequenas estruturas dispersamente distribuídas e equipadas com equipamentos de alta conectividade poderá superar o conceito de posto de comando em um futuro próximo, saindo do conceito concentrado para uma abordagem distribuída no teatro de operações.

A mudança no conceito de posto de comando centralizado tem por objetivo reduzir a importância estratégica dessas estruturas. Nas últimas guerras, os sistemas de comando e controle foram os principais alvos dos ataques aéreos por estarem concentrados em locais que reúnem muitos meios para a efetiva ação de comando sobre as tropas, como pessoal capacitado e equipamentos de comunicação e de apoio à decisão. Dessa forma, aproveitar as possibilidades tecnológicas para reduzir a quantidade de meios concentrados em um local específico tem sido um dos aspectos analisados pela OTAN para as guerras futuras. Para o Major-General Michael Erik Kurilla, do Exército dos Estados Unidos da América, (apud FENZEL, 2018; TORGERSEN, 2018, p. 18), “os postos de comando deveriam ser menores, mais leves, mais eficientes, mais rápidos, mais capazes e providos de estados-maiores mais ágeis”.

Assim, a doutrina militar encontra-se em franco processo de evolução, com experiências sendo testadas e analisadas em diversos países. Nesse aspecto, cabe destacar o papel da OTAN como o exemplo de estudo para muitos países em termos de comando e controle, haja vista a complexidade para estabelecer comunicações e procedimentos comuns a dezenas de forças armadas distintas, superando diferenças idiomáticas, culturais e organizacionais.

5 **CONCLUSÃO**

Os sistemas de comando e controle fundamentam-se em três pilares básicos: o comandante, o processo decisório e uma intrincada gama de meios e de tecnologias de comunicações de voz, dados e imagens.

Os pilares dos sistemas de comando e controle são suscetíveis aos impactos proporcionados pela evolução tecnológica, com novos meios, novas ameaças e novas demandas, elevando a necessidade de capacitação de pessoal, do aperfeiçoamento do processo decisório e da complexidade das estruturas que possibilitam o fluxo de informações oportunas, as quais demandam, cada vez mais, maior qualidade e capacidade dos meios de comunicações para interligar tropas com os seus comandantes a longas distâncias e em tempo real.

Nessa nova realidade, diversas estruturas são influenciadas para uma evolução. Nesse contexto, o aperfeiçoamento do processo decisório poderá ocorrer por intermédio de um achatamento ou supressão de níveis de decisão, colocando o nível tático diretamente conectado com o nível político (FUKUYAMA; SHULSK, 1999).

A guerra saiu dos campos desabitados para as cidades, onde a diversidade e a quantidade de atores são exponencialmente maiores. Nesse ambiente, a mídia, a opinião pública e a agenda de direitos humanos ganham relevância, influenciando o planejamento, a execução e o acompanhamento das operações militares. Esse acompanhamento é sintetizado na busca da consciência situacional, ou seja, um estado de pleno conhecimento por parte dos comandantes em relação às operações militares em andamento.

Nos primórdios das guerras, os comandantes posicionavam-se em locais elevados para observar o desenrolar da batalha. Na atualidade, essa observação ocorre em tempo real a partir de sensores instalados em veículos aéreos, terrestres e no próprio combatente, graças às capacidades tecnológicas disponíveis. Esses sensores são interligados por meio de uma variedade de enlaces de comunicações aos centros de comando e controle, permitindo a visualização das operações aos comandantes nos sistemas de apoio à decisão, que em termos de Exército Brasileiro, são o Pacificador e o C^2 em Combate.

Nesse sentido, os Sistemas de Comando e Controle do Exército Brasileiro estão em processo de aperfeiçoamento constante em razão dos impactos

provocados pela evolução tecnológica, pela emergência de novas ameaças e pelas novas demandas para os comandantes, em razão da complexidade, incerteza, volatilidade e ambiguidade do espaço de batalha atual, envolvendo as dimensões terrestre, aérea, naval, espacial, eletromagnética e cibernética. Além disso, é fundamental a capacidade de atuação conjunta nos níveis nacionais e internacionais, bem como com agências civis, ocasiões em que a interoperabilidade ganha vulto. Dessa forma, tomando como modelo os esforços integradores da OTAN, há a necessidade de intensificar os exercícios conjuntos, suavizar diferenças doutrinárias entre a Marinha do Brasil (MB), o Exército Brasileiro (EB) e a Força Aérea Brasileira (FAB), padronizar a aquisição de equipamentos e unificar os currículos das escolas de formação.

O aperfeiçoamento doutrinário experimentado pelo Exército Brasileiro, atualmente, alinha-se com as novas demandas da Era da Informação, abrangendo a parte física e lógica, o processo e a formação de recursos humanos aptos para agir e decidir em um ambiente multidimensional. Nesse aspecto, a Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) inseriu a disciplina de cibernética no currículo da formação do Oficial da Arma de Comunicações, capacitando profissionais para atuar também na defesa informacional dos sistemas de comando e controle.

O aprimoramento na formação de recursos humanos visa preparar profissionais para a condução da guerra futura, desconhecida, ainda não analisada, profissionais capazes de aplicar a arte no sentido de encontrar soluções para problemas desconhecidos atualmente. Na visão de Clausewitz, a arte da guerra é a arte de saber utilizar determinados recursos em todas as atividades que a guerra suscita. Assim, novos recursos impulsionaram estratégias e táticas inéditas, firmando a histórica incerteza da guerra.

O emprego do vocábulo “arte” para a capacidade de planejar e decidir em situações de guerra denota que os comandantes precisam mais do que apenas conhecimentos técnicos sobre estratégia militar. Há a necessidade de valorizar as relações interpessoais, de negociar e interpretar a multiplicidade de atores nos conflitos modernos. Assim, os comandantes atuam também como gerenciadores de conflitos humanos, tendo que liderar e conduzir pessoas para o objetivo final.

Em um ambiente de desconfiança e de ansiedade operativa, os comandantes tendem ao microgerenciamento das operações militares, atuando em problemas de menor importância e inibindo a liberdade de ação dos escalões

subordinados. Com efeito, as tecnologias de comunicações proporcionam ferramentas para que os comandantes acompanhem as ações dos escalões subordinados, o que acaba por estimular a interferência dos superiores em decisões que caberiam aos comandantes de pequenas frações, subunidades e unidades.

O excesso de gerenciamento pode desenvolver tropas incapazes de sobreviver à desordem da guerra, haja vista que a consciência situacional nem sempre é possível (VISACRO, 2015). Assim, as tropas precisam desenvolver a capacidade de atuar na guerra definida por Clausewitz, ou seja, em ambiente suscetível ao perigo, a incerteza, ao esforço físico e ao acaso.

Em virtude do acaso inerente aos conflitos militares e da multiplicidade de atores envolvidos, os elementos desdobrados no terreno possuem as melhores condições para avaliar a situação e agir oportunamente dentro das suas esferas de atribuições, com decisões compatíveis aos problemas demandados nas suas áreas de atuação.

Os pequenos escalões estão intrinsicamente envolvidos nos aspectos tecnológicos dos conflitos atuais, uma vez que o avanço da internet proporciona cada vez mais capacidade de tráfego de dados e conectividade nos centros urbanos, onde tem sido o principal palco das operações militares. Nesse sentido, a Internet 5G e a Internet das Coisas possibilitam a comunicação automática entre dispositivos, sensores e diversos equipamentos militares, consolidando uma rede de dados para acionamento de armas, leitura do ambiente operativo e comunicação instantânea.

Assim como já comprovado na Guerra das Malvinas, no Conflito Sírio e na Geórgia, os campos eletromagnético e cibernético ganharam notoriedade, assumindo um papel importante para aumentar o poder de combate das tropas. Nesse aspecto, a superioridade eletromagnética e a cibernética colocam-se ao lado da necessidade de obtenção da superioridade aérea, sendo cada vez mais decisivo para os conflitos atuais e fundamentais para o funcionamento dos sistemas de comando e controle.

As perspectivas futuras para os sistemas de comando e controle no Exército Brasileiro apontam para a necessidade de aperfeiçoar e desenvolver ferramentas tecnológicas condizentes com os desafios futuros. Nesse propósito, os projetos estratégicos são um dos principais pilares para conduzir a Força

Terrestre para as demandas futuras, a exemplo do desenvolvimento do rádio definido por software, do rádio cognitivo e dos sistemas de apoio à decisão, os quais precisam ser ampliados para dotar os sistemas de comando e controle com tecnologias capazes de proporcionar a segurança e a comunicação em um ambiente cada vez mais disputado tecnologicamente.

Em termos doutrinários, toda a concepção de sistema de comando e controle encontra-se envolvida por mudanças estruturais nas relações humanas, nos aspectos de liderança, comando e comunicação, exigindo pesquisas prospectivas para novos conceitos, novas tarefas e novos princípios para a função de combate comando e controle.

Por fim, conclui-se que os impactos decorrentes da Era da Informação não atingem apenas os sistemas de comunicações. Toda a estrutura organizacional e toda a rede de relações humanas que permitem o planejamento, o acompanhamento e condução das operações militares estão sendo influenciadas pelas novas tecnologias, mudando conceitos, estruturas e formas de organização.

REFERÊNCIA

AGOSTINI, Marcos Tocchetto. A cibernética sob a ótica do fenômeno da guerra e da agenda de segurança. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

ANJOS, Fábio dos. Uma proposta de Organização das Cia Com Bda baseada na evolução do material de comunicações e nas novas demandas operacionais. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Manual de Elaboração de Projetos de Pesquisa na ECEME. Rio de Janeiro, 2012.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. Manual de Comando e Controle. 1. ed. Brasília, 2015.

BRASIL. Exército Brasileiro. Manual de Campanha EB70-MC-10.241. As Comunicações na Força Terrestre. 1. ed. Brasília.

BRASIL. Exército Brasileiro. Manual EB20-MF-10.101. O Exército Brasileiro. 1. ed. Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério da Defesa. Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle. 1. ed. Brasília, 2015.

BRASIL. Ministério da Defesa. Conceito de Operações do Sistema Militar de Comando e Controle. 1. ed. Brasília, 2016.

BRASIL. Ministério do Exército. Manual de Campanha C11-1. Emprego das Comunicações. 2. ed. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Defesa. Manual MD31-P-01. Política para o Sistema Militar de comando e Controle. Brasília, 2001.

BRASIL. Exército Brasileiro. Catálogo de Capacidades. Brasília.

BRASIL. Exército Brasileiro. Manual EB70-MC-10.223. Operações. 5. ed. Brasília, 2017.

BRASIL. Exército Brasileiro. Manual de Campanha EB70-MC-10.341. Lista de Tarefas Funcionais. 1. ed. Brasília, 2016.

CORDEIRO, Sandro Silva. A influência da Guerra Cibernética nos sistemas de Comando e Controle (C2) nas operações militares. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2014.

CLAUSEWITZ, Carl von. Da Guerra. 2ª ed. Martins Fontes, 2003.

CRISTINA, Rebeca. A evolução dos meios de comunicação. Medium, 8 de junho de 2017. Disponível em: <https://medium.com/@rebeccacristina/a-evolu%C3%A7%C3%A3o-dos-meios-de-comunica%C3%A7%C3%A3o-8520ec436f27>. Acesso em 21 de março de 2019.

FENZEL, Michael R; TORGERSEN, Bejamin. O Efeito "Pagonis": Uma Futura Doutrina para o Posto de Comando de Área de Apoio. Tomo 73, Número 3, p. 11-21, MilitaryReview, 2018.

FUKUYAMA, Francis. O Fim da História e o Último Homem. 1ª ed. Rocco, 2015.

FUKUYAMA, Francis; SHULSKY, Abram N. "Military organization in the information age: lessons from the world of business". In: "Strategic Appaisal", 1ª ed. RAND Corporation, 1999. Cap. 11.

GLACE, Morgan J. Spring. Return of Ground-Based Electronic Warfare Platforms and Force Structure. MilitaryReview, 2019.

HARARI, Yuval Noah. Homo Deus: uma breve história do amanhã. 1ª ed. Companhia das Letras, 2018.

KENSKI, Roberto. A arte da guerra. Superinteressante, 2016. Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/a-arte-da-guerra/>. Acesso em 21 de março de 2019.

KINAST, Priscilla. Qual a diferença entre 3G, 3.5G, 4G LTE, 4G+, 4.5G e 56? Conheça a história da internet móvel, 2018. Disponível em: < https://www.oficinadanet.com.br/tecnologia/23058-qual-a-diferenca-entre-3g-4g-4g-5g-e-lte-conheca-os-tipos-de-internet-movel/>. Acesso em 3 de junho de 2019.

NETO, Samuel Bombassaro. A atuação da Guerra Cibernética como elemento multiplicador do poder de combate da Força Terrestre Componente em operações ofensivas. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2018.

PARKER, Kevin L. A utilidade do Poder Cibernético. MilitaryReview. Maio-Agosto, 2014.

RODRIGUEZ. John P. Multi-Domain Information Operations and the Brigade Combat Team. MilitaryReview. Julho-Agosto, 2019.

SARSFIELD, Thomas. Information War 2022: Musings of a Senior Officer on Russian Information Warfare and Recent Events. MilitaryReview, 2019.

SOUZA, Marcos Lehmkuhl. As capacidades de comando e controle em operações interagências no contexto das novas ameaças. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2018.

SLOAN, Elinor. Security and Defence in the Terrorist Era. McGill-Queen's University Press, Montreal, 2005.

VISACRO, Alexandre. Superando o Caos. A Função de Combate Comando e Controle Além da Tecnologia da Informação. Military Review, Kansas, EUA, Tomo 70, Número 4, p. 70-88, julho-agosto. 2015.

WERKMAN. Ron. TIDE Sprint 2018-1 and the Operational Command and Control Track. NATO C2CO2. Visão global anual, 2018.