



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

CAP COM THIAGO FRANÇA VISCOVINI

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA *WAVE*, INTEGRADO AO SISTEMA DE RÁDIO DIGITAL TRONCALIZADO (SRDT) COMO FERRAMENTA DE COMANDO E CONTROLE NAS OPERAÇÕES DE GARANTIA DA LEI E DA ORDEM

**Rio de Janeiro
2021**



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

CAP COM THIAGO FRANÇA VISCOVINI

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA WAVE, INTEGRADO AO SISTEMA DE RÁDIO DIGITAL TRONCALIZADO (SRDT) COMO FERRAMENTA DE COMANDO E CONTROLE NAS OPERAÇÕES DE GARANTIA DA LEI E DA ORDEM

Trabalho acadêmico apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como requisito para a especialização em Ciências Militares com ênfase em Gestão Operacional.

**Rio de Janeiro
2021**

Ficha catalográfica elaborada pelo
Bibliotecário Márcio Finamor CRB7/6699

V827a
2021

Viscovini, Thiago França

Análise da utilização do sistema wave, integrado ao sistema de rádio digital troncalizado(srtd) como ferramenta de comando e controle nas operações de garantia da lei e da ordem / Thiago França Viscovini. – 2021.

38 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciência Militares, com ênfase em Gestão Operacional) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2021.

1. Desenvolvimento tecnológico. 2. Comando e Controle. 3. SRDT. I. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais II. Título.

CDD: 355.2



**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DECEx - DESMil
ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS
(EsAO/1919)**

DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: **Cap Com THIAGO FRANÇA VISCOVINI**

Título: **ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA WAVE, INTEGRADO AO SISTEMA DE RÁDIO DIGITAL TRONCALIZADO (SRDT) COMO FERRAMENTA DE COMANDO E CONTROLE NAS OPERAÇÕES DE GARANTIA DA LEI E DA ORDEM**

Trabalho Acadêmico, apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como requisito parcial para a obtenção da especialização em Ciências Militares, com ênfase em Gestão Operacional, pós-graduação universitária lato sensu.

APROVADO EM ____/____/____ CONCEITO: ____

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída
CARLOS ANDRÉ DOS SANTOS MEIRELLES DE ANDRADE- Maj Cmt Curso e Presidente da Comissão	
WAGNER DE FARIAS FIGUEIREDO - Cap 1º Membro e Orientador	
RODOLFO DE AZEVEDO MAYMONE - Cap 2º Membro	

THIAGO FRANÇA VISCOVINI - Cap
Aluno

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me dar a oportunidade de viver e ter saúde para conquistar todos meus objetivos de vida pessoal e profissional.

À minha querida e amada família e, principalmente, à minha esposa, Isabelly Viscovini, que desde os tempos acadêmicos esteve sempre ao meu lado, me inspirando e motivando a seguir meus objetivos profissionais.

Agradeço todas as dificuldades que enfrentei;
não fosse por elas, eu não teria saído do lugar.
As facilidades nos impedem de caminhar.
Mesmo as críticas nos auxiliam muito. (Chico
Xavier)

RESUMO

O acelerado desenvolvimento tecnológico no ramo das comunicações e a forma atual de emprego da arma de comunicações em apoio ao Comando e Controle durante às operações de Garantia da Lei e da Ordem (GLO), fez com que o Exército Brasileiro buscasse novas tecnologias para poder acompanhar os avanços tecnológicos e as necessidades de emprego das comunicações durante as operações. Para isso, foi realizada a aquisição, através de um contrato *offset*, do sistema *WAVE* que, por sua vez, possibilita a integração ao Sistema de Rádio Digital Troncalizado (SRDT) com diferentes fontes de áudio, permitindo a comunicação, através de diferentes tecnologias de voz de forma transparente para os usuários. Contudo, para uma possível implementação e difusão do *WAVE* para integrantes de outras forças, há a premissa do estabelecimento de necessidades específicas e do estudo das capacidades do sistema, para que assim, possa ser confirmado como uma solução efetiva em apoio ao Comando e Controle, auxiliando os gestores dos sistemas de comunicações no fornecimento detalhado da consciência situacional ao escalão superior.

Palavras-chave: Desenvolvimento tecnológico. Comando e Controle. SRDT. *WAVE*. Consciência situacional. GLO. Exército Brasileiro

ABSTRACT

The accelerated technological development in the field of communications and the current way of using the signal weapon in support of the Command and Control during the Law and Order Guarantee (GLO) operations, made the Brazilian Army look for new technologies to be able to keep up. technological advances and the needs for using communications during operations. For this, the acquisition, through an offset contract, of the WAVE system was carried out, which, in turn, enables the integration of the Digital Trunked Radio System (SRDT) with different audio sources, allowing communication through different technologies of voice transparently to users. However, for a possible implementation and dissemination of WAVE to members of other forces, there is the premise of establishing specific needs and studying the system's capabilities, so that it can be confirmed as an effective solution in support of Command and Control, assisting communications systems managers in providing detailed situational awareness to the upper echelons.

Keywords: Technological development. Command and Control. SRDT. WAVE. Situational Awareness. GLO Brazilian army.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	4
1.1	PROBLEMA.....	4
1.2	OBJETIVOS.....	5
1.2.1	Objetivo Geral	5
1.2.2	Objetivos Específicos	5
1.3	QUESTÕES DE ESTUDO.....	6
1.4	METODOLOGIA.....	6
1.4.1	Objetivo Formal de Estudo	7
1.4.2	Amostra	7
1.4.3	Delineamento da Pesquisa	8
1.4.4	Procedimentos Para Revisão de Literatura	8
1.4.5	Procedimentos Metodológicos	8
1.4.6	Instrumentos	9
1.4.7	Análise de Dados	9
1.5	JUSTIFICATIVA.....	9
2.	REVISÃO DA BIBLIOGRÁFICA	11
3.	SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE	13
3.1	CONSCIÊNCIA SITUACIONAL.....	14
3.2	COMANDO E CONTROLE NAS OPERAÇÕES GLO.....	16
4.	SISTEMA DE RÁDIO DIGITAL TRONCALIZADO	18
5.	SISTEMA WAVE 5000	20
5.1	CAPACIDADES TÉCNICAS.....	21
5.1.1	Dispositivos Suportados	21
5.1.2	Recursos	22
5.1.3	Aplicações	22
5.2	INTEGRAÇÃO DO SISTEMA WAVE AO SRDT.....	23
5.2.1	Integração do WAVE aos Rádios P25	23
5.2.2	Integração com Motobridge	24
5.3	TESTES, FUNCIONALIDADES BÁSICAS DA APLICAÇÃO WAVE EM DISPOSITIVO MÓVEL DISPOSITIVO MÓVEL.....	24
5.3.1	Funcionalidades Básicas da Aplicação WAVE	25
5.4	OPORTUNIDADES DE MELHORIA PARA O SISTEMA WAVE 5000.....	29
6.	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

O notório avanço tecnológico no campo das comunicações nos últimos anos, combinado com as mudanças nos cenários de atuação do Exército Brasileiro, pressionam cada vez mais os Sistemas de Comando e Controle utilizados, na busca por tecnologias seguras que possam acompanhar esse desenvolvimento acelerado de novas tecnologias.

Objetivando um maior fluxo de informações por parte de militares envolvidos em operações de GLO e seus respectivos escalões superiores, assim como uma maior velocidade nas transmissões destas mensagens, o Exército Brasileiro vem buscando cada vez mais, tecnologias avançadas e viáveis que facilitam e permitem um maior controle, por parte do escalão superior, acerca do que ocorre durante às diversas operações que participa.

Ferramentas ou sistemas como o *WAVE 5000*, desenvolvido pela empresa Motorola e que será objeto de estudo neste trabalho, podem proporcionar através do Comando e Controle (C²) durante as operações, uma consciência situacional integrada, utilizando se necessário, até mesmo equipamentos celulares dos próprios militares empregados na operação, podendo ser gerado assim, um compartilhamento de informações seguras entre todos os militares envolvidos em determinada operação.

Em virtude do exposto, este trabalho destina-se a apresentar uma tecnologia/solução de interoperabilidade com maior efetividade entre os militares durante a realização de operações de GLO.

1.1 PROBLEMA

No âmbito das operações de GLO, o Comando e Controle vem sendo cada vez mais necessário, pois apenas através deste, devido a grande área de abrangência desse tipo operação, é possível fornecer uma consciência situacional precisa para o escalão superior.

Porém, para que o C² seja eficaz, é necessário que exista uma interoperabilidade entre seus integrantes e equipamentos, de forma que a informação transmitida do militar que está na “ponta da linha” possa chegar em tempo hábil até o decisor de forma íntegra.

Levando em consideração o grande efetivo militar que costuma participar de uma operação de GLO e, muitas vezes, a dificuldade na distribuição de equipamentos de comunicações por conta da escassez destes, frente ao efetivo empregado, faz-se necessária a busca incessante pela efetividade do Comando e Controle durante às operações através de tecnologias que tenham capacidade de alcançar os objetivos ou resultados desejados da melhor maneira possível.

Face ao exposto, foi formulado o seguinte problema: o Exército Brasileiro, atualmente, dispõe de tecnologias ou sistemas que possam, ao mesmo tempo, suprir a necessidade de equipamentos rádio e, através destes, gerar a segurança necessária que o C² exige?

1.2 OBJETIVOS

Como forma de se estabelecer uma relação de coerência ao problema apresentado, o presente trabalho terá os seguintes objetivos:

1.2.1 Objetivo Geral

A presente pesquisa terá como Objetivo Geral: apresentar as vantagens, capacidades, oportunidades de melhoria no sistema e possibilidades de emprego do sistema *WAVE 5000*, solução de interoperabilidade da *Motorola Solutions* adquirida pelo Exército Brasileiro, integrado ao Sistema de Rádio Digital Troncalizado (SRDT), como ferramenta de apoio ao Comando e Controle (C²) nas operações de Garantia da Lei e da Ordem.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral deste trabalho, foram definidos alguns objetivos específicos:

- a) Apresentar as principais funcionalidades e vantagens da utilização do Sistema de Rádio Digital Troncalizado (SRDT);

- b) Identificar, examinando as atuais demandas de emprego operacionais, as principais necessidades e dificuldades do apoio do Comando e Controle durante às operações;
- c) Analisar as capacidades que o sistema *WAVE 5000* pode proporcionar ao apoio de Comando e Controle durante as operações; e
- d) Apresentar as vantagens, as facilidades proporcionadas pela utilização do sistema *WAVE 5000* para interoperabilidade dos equipamentos de comunicações durante os apoios às operações e oportunidades de melhoria para o sistema.

1.3 QUESTÕES DE ESTUDO

Como forma de direcionar a solução do problema de pesquisa apresentado baseando – se nos objetivos propostos neste trabalho, foram elaboradas as seguintes questões de estudo:

- a) Quais são as necessidades de um sistema de Comando e Controle para que seja eficaz durante uma operação de GLO?
- b) Quais as capacidades do Sistema de Rádio Digital Troncalizado (SRDT), no que diz respeito a integração com outras tecnologias e equipamentos de comunicações?
- c) De que forma novas tecnologias de celular poderiam ser utilizadas para melhorar o C² em apoio às operações?
- d) Quais são as capacidades e possibilidades de emprego do sistema *WAVE 5000* como solução de interoperabilidade e como ferramenta de apoio ao Comando e Controle durante às operações?

1.4 METODOLOGIA

Neste item serão abordados as metodologias que serão utilizadas e desenvolvidas visando à solução do problema de pesquisa apresentado. A pesquisa a ser realizada será baseada na pesquisa bibliográfica e documental.

A metodologia da pesquisa dividir-se-á em: objeto formal de estudo, amostra e delineamento da pesquisa.

1.4.1 Objeto formal de estudo

A presente pesquisa terá como objeto formal de estudo, a utilização do sistema *WAVE 5000*, integrado ao SRDT, como ferramenta de apoio ao Comando e Controle em operações.

Delimitando o alcance deste trabalho, pretende – se contribuir de maneira a solucionar, por vezes, a alta demanda ou a dificuldade de utilização de equipamentos rádio em operações conjuntas, apresentando o *WAVE 5000* como uma possível solução para resolução deste problema.

1.4.2 Amostra

Para este estudo foram realizadas pesquisas bibliográficas e testes do sistema *WAVE 5000* por integrantes da Companhia de Comando e Controle (Cia C2). A pesquisa bibliográfica é definida por Gil (2019), como sendo uma pesquisa desenvolvida com base em material que já foi publicado. Neste caso, foi realizado o levantamento bibliográfico em livros, instruções, artigos científicos e dissertações a fim de constituir uma base para este trabalho.

Já de acordo com Prodanov e Freitas (2013), pesquisa exploratória é quando a pesquisa se encontra na fase preliminar, tem como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto que vamos investigar, possibilitando sua definição e seu delineamento, isto é, facilitar a delimitação do tema da pesquisa; orientar a fixação dos objetivos e a formulação das hipóteses ou descobrir um novo tipo de enfoque para o assunto. Assume, em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso. Assim as metodologias nas quais o trabalho será desenvolvido serão a pesquisa exploratória aplicada e a pesquisa bibliográfica.

Com o objetivo de complementar as informações colhidas durante as revisões bibliográficas, serão buscadas informações e relatórios técnicos na Cia C2, organização militar (OM) responsável pela administração das licenças do sistema *WAVE 5000* adquiridas pelo Exército Brasileiro. As informações têm como finalidade analisar e melhor compreender as capacidades e funcionalidades do sistema adquirido.

1.4.3 Delineamento da pesquisa

Com o objetivo de coletar informações sobre novas tecnologias de telefonia celular que permitissem formular uma possível solução para o problema, a pesquisa deste trabalho focou em realizar pesquisas em fontes bibliográficas e na busca de relatórios de sistemas testados por especialistas que possuíssem experiência na pesquisa ou utilização de novos sistemas já adquiridos pelo Exército Brasileiro. Todas as ações contribuíram para a discussão e resultados encontrados.

Quanto à forma de abordagem do problema, utilizaram-se, principalmente, os conceitos de pesquisa qualitativa indutiva de natureza aplicada, ao serem compilados os dados técnicos referentes ao sistema *WAVE 5000*. Quanto ao objetivo geral foi realizada uma pesquisa exploratória, focada na revisão de fontes bibliográficas, apresentações e análise de relatórios sobre o assunto.

1.4.4 Procedimentos para a revisão de literatura

As informações documentais a serem coletadas serão pesquisadas no endereço eletrônico da empresa *Motorola Solutions*, de outros endereços oficiais da Força, de solicitação documental realizada junto ao Comando de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (Cmdo Com GE Ex) e a Companhia de Comando e Controle (Cia C2), OM responsável pela realização de testes e confecção de relatórios do sistema *WAVE 5000*.

Como estratégia para busca eletrônica, serão observadas dissertações e artigos provenientes de editoriais renomados e com significativo número de citações, empregando-se os termos: “comando e controle”, “consciência situacional”, “tecnologia”, “operações militares”, “telefonia móvel”, “operações GLO” e “SRDT”, analisando-os de forma separada e em conjunto.

1.4.5 Procedimentos metodológicos

Como critérios de inclusão serão buscados estudos publicados em português e inglês, relacionados ao avanço tecnológico, telefonia celular, comunicações militares, bem como dissertações e artigos reconhecidos por entidades de ensino no Brasil e, também,

estudos e portfólio de empresas que retratam soluções tecnológicas para comunicações móveis. Além dos já citados, também será realizado um estudo qualitativo que possa descrever os parâmetros e características do sistema *WAVE 5000*.

Como critérios de exclusão serão evitados estudos estritamente comerciais, bem como obras sem metodologia de pesquisa científica.

1.4.6 Instrumentos

Serão utilizados os seguintes instrumentos na investigação científica proposta no trabalho: interpretação de diversas bibliografias sobre os temas abordados (Comando e Controle, SRDT e Operações GLO) e análise de documentação e relatórios sobre as capacidades e possibilidades do sistema *WAVE 5000*.

1.4.7 Análise de dados

Com o objetivo de realizarmos uma análise dos dados confiável, serão comparadas as ideias apresentadas pelos autores consultados, através da pesquisa bibliográfica e a análise subjetiva de documentos obtidos das organizações militares solicitadas.

1.5 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa se justifica na medida em que se mostra cada vez maior a necessidade e a responsabilidade, durante às operações, por parte dos gestores e operadores dos sistemas de comunicações, de fornecerem ao escalão superior, através da consciência situacional, todas as informações que precisam para que possam tomar as melhores decisões possíveis.

Após os argumentos apresentados anteriormente, o catálogo de capacidades do exército define consciência situacional como:

A Capacidade 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, sistemas de armas e satélites, apoiados em infraestrutura de comunicações com o nível adequado de proteção.
(BRASIL, 2015, p. 13).

Com isso, e mediante a rapidez do avanço tecnológico que vem ocorrendo, necessita-se de sistemas e tecnologias que possam proporcionar rapidez e confiabilidade no fluxo de mensagens passadas ao escalão superior, objetivo este inatingível em uma operação de GLO, caso não exista a interoperabilidade entre seus sistemas.

Para que haja interoperabilidade, os sistemas, as unidades ou as forças devem ter a capacidade de intercambiar serviços ou informações, ou aceitá-los de outros sistemas, unidades ou forças, e os empregarem sem o comprometimento de suas funcionalidades. Em uma concepção de operação, isso assegura que a informação possa fluir entre todos os envolvidos. Muitas vezes, a interoperabilidade é exigida entre sistemas de níveis operacionais diferentes. (BRASIL, 2015, p. 4-1).

A evolução doutrinária do combate moderno demonstra a necessidade e o aumento do emprego de tecnologias avançadas: “Estamos assim num novo ambiente operacional, em que a tecnologia eliminou a escuridão.” (LUIS PINTO RAMALHO, 2019, p. 7).

Por fim, o trabalho tem por finalidade apresentar as possibilidades e vantagens na utilização do sistema *WAVE 5000*, recentemente adquirido pelo Exército Brasileiro, integrado ao SRDT e demonstrar os benefícios de sua utilização em operações GLO futuras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As mudanças na forma de atuação da força terrestre (F Ter) e no emprego das comunicações em operações, impostas pela guerra centrada em redes, vem possibilitando um significativo aumento da consciência situacional nas áreas de operações, aumento este proporcionado através da modernização de sistemas de Comando e Controle (C²).

O Manual de Campanha EB70-MC-10.241 As Comunicações na Força Terrestre, 1ª Edição, 2018 apresenta a concepção da guerra centrada em redes:

Caracteriza-se pelo estabelecimento de um ambiente de compartilhamento da consciência situacional, de modo a contribuir para a obtenção da superioridade de informação [...];
[...] O incremento do volume de informações é um fator que busca facilitar a tomada de decisão dos comandantes táticos, desde as pequenas frações até os grandes comandos operativos da F Ter.
(BRASIL, 2018, p. 2-7).

Em operações de GLO, os sistemas de C² devem proporcionar aos escalões superiores, todo o conhecimento do que acontece, em tempo real em sua área de atuação. Para que isso ocorra de forma efetiva, devem ser empregados todos os meios de comunicações possíveis e, quanto mais equipamentos/sistemas forem utilizados, maior será a confiabilidade e o fluxo de informações que chegará de forma oportuna aos decisores.

O Manual MD30-M-01 Doutrina de Operações Conjuntas, 1º volume, 2020, descreve o Comando e Controle em operações como:

O Comando e Controle envolve o exercício da autoridade e direção por um comandante sobre as Forças a ele atribuídas para o cumprimento de uma missão. O Comando inclui tanto a autoridade quanto a responsabilidade de usar diversos recursos para o cumprimento das missões. O controle é inerente ao comando. Controlar é gerenciar e dirigir as Forças obedecendo os limites atinentes à autoridade em que o comandante está investido. O controle permite que os comandantes mantenham a liberdade de ação, deleguem autoridade, conduzam operações de qualquer localidade, integrem e sincronizem as ações das Forças na sua Área de Responsabilidade.
(BRASIL, 2020, p. 162).

Nesse contexto, o Exército Brasileiro vem investindo cada vez mais em novas tecnologias que possam acompanhar o grande crescimento tecnológico. Recentemente o Comando de Comunicações e Guerra Eletrônica (Cmdo Com GE Ex) adquiriu através da

empresa *Motorola Solutions*, um sistema chamado *WAVE 5000*, este por sua vez, pode ser integrado aos sistemas e rádios já utilizados pelo exército, aumentando assim a interoperabilidade entre os equipamentos.

Uma das vantagens do sistema *WAVE 5000* é que ele pode ser utilizado através de um aparelho celular comum. Com o aplicativo instalado, é possível utilizar o próprio celular como rádio integrado ao SRDT, suprimindo assim, por vezes, a falta de equipamentos rádio durante as operações.

A capacidade do sistema *WAVE 5000*, utilizado em celulares é relatada no próprio site da empresa *Motorola Solutions*:

O *WAVE 5000 Mobile Communicator* transforma seu dispositivo Android em um monofone *push-to-talk* multicanal para comunicações de voz PTT (*push-to-talk*) em tempo real totalmente seguras em qualquer lugar que você tenha uma conexão de rede. *WAVE 5000* é a solução *push-to-talk over broadband* mais poderosa e flexível da indústria para colaboração segura em tempo real em qualquer dispositivo em qualquer rede em qualquer local. *WAVE 5000* transforma *smartphones*, *tablets* e PCs em ferramentas de comunicação de equipe e se integra ao rádio móvel terrestre (LMR) para fornecer voz, mensagens de texto e presença unificadas em um único aplicativo fácil de usar.
(*Motorola Solutions*, 2021, tradução nossa)

Dessa forma, serão analisadas neste trabalho, a viabilidade e as capacidades do sistema *WAVE 5000* em apoio ao Comando e Controle durante a realização de operações GLO.

3. SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE

Atualmente, as novas tecnologias que evoluem com uma rapidez impressionante, estão alterando a forma e as necessidades dos conflitos armados em todo o mundo, exigindo assim, que o Comando e Controle seja amplamente utilizado e priorizado durante os diversos tipos de operações.

De acordo com o Manual EB20-MC-10.2015 Comando e Controle(2015):

O Comando e Controle (C²) é ciência e arte que trata do funcionamento de uma cadeia de comando. Constitui-se no exercício da autoridade e direção que um comandante tem sobre as forças sob seu comando, para o cumprimento da missão atribuída. O efetivo exercício de C² por uma força representa um dos principais fatores que contribuem para aumentar a probabilidade de sucesso em uma operação militar. (BRASIL, 2015, p. 2-1).

Para que o C² seja eficiente e eficaz em qualquer operação militar, deve-se fazer o uso de todos os Sistemas de Comando e Controle possíveis e atender as premissas exigidas pelos princípios de C² listados no Manual de Campanha Comando e Controle EB20-MC-10.205 (2015) que estabelece os seguintes princípios de Comando e Controle: Unidade de Comando; Simplicidade; Segurança; Flexibilidade; Confiabilidade; Continuidade; Rapidez; Amplitude; e Integração.

Basicamente, o Sistema de Comando e Controle possui sua estrutura principal formada por equipamentos de Tecnologia da Informação e Comunicações que, por sua vez, são os responsáveis por monitorar, coletar, armazenar e processar todas as informações necessárias para que cada comandante tome sua decisão.

Todos os componentes do Comando e Controle encontram-se expostos no Manual EB20-MC-10.205 Comando e Controle(2015):

O C² 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; o processo decisório, baseado no arcabouço doutrinário, que permite a formulação de ordens e estabelece o fluxo de informações necessário ao seu cumprimento; e a estrutura, que inclui pessoal, instalações, equipamentos e tecnologias necessários ao exercício da atividade de comando e controle. (BRASIL, 2015, p. 2-1).

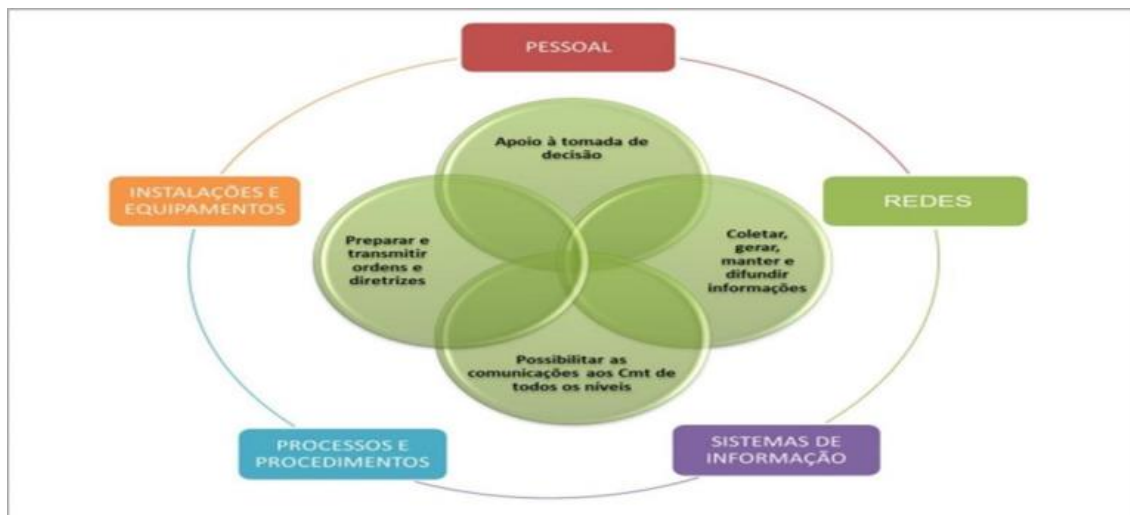


Figura 1 – Sistema de Comando e Controle com seus componentes e funções.
Fonte: Brasil, 2014.

3.1 CONSCIÊNCIA SITUACIONAL

No Exército Brasileiro, os Sistemas de Comando e Controle (SC²Ex) devem possuir diversas capacidades, mas a principal pode ser encontrada no Catálogo de Capacidades do Exército, que estabelece que estes sistemas devem ser capazes de:

“proporcionar ao Comandante, em todos os níveis de decisão, o exercício do Comando e do 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, 2015, p. 12).

Os sistemas aos quais se referem a citação anterior devem proporcionar aos comandantes a consciência situacional do ambiente operacional atualizado de forma precisa para que, assim, as decisões tomadas tenham o maior embasamento possível.

A figura 2 demonstra um dos sistemas utilizados atualmente pelo Exército Brasileiro que proporcionam ao comandante da operação, a consciência situacional necessária, para que assim, possa tomar suas decisões de forma mais precisa e em tempo oportuno.



Figura 2 – Imagem do Sistema de Consciência Situacional Pacificador.
Fonte: Brasil, 2016.

O Manual EB20-MC-10.205 Comando e Controle(2015) diz que a Consciência Situacional:

Consiste na percepção precisa e atualizada do ambiente operacional no qual se atuará e no reconhecimento da importância de cada elemento percebido em relação à missão atribuída. Quanto mais acurada a percepção que se tem da realidade, melhor a consciência situacional.
(BRASIL, 2015, p. 2-4).

Ainda segundo o Manual EB20-MC-10.205 Comando e Controle(2015), as informações fornecidas de forma adequadas e passadas aos militares certos e em tempo oportuno auxiliam de forma significativas no processo decisório do comandante.

Esta mesma ideia pode ser observada também no artigo *Combat Situation Awareness (CSA): Model-Based Characterizations of Marine Corps Training and Operations*, o qual destaca:

Compreender e responder adequadamente a eventos caóticos e antecipar suas consequências em tempo real são habilidades essenciais para o sucesso e a sobrevivência militar. Essas habilidades requerem consciência situacional (CS): a capacidade do combatente de aplicar a ação apropriada no momento adequado, para vantagens táticas e estratégicas. A consciência situacional é um tópico ativo de

análise para apoio a operações militares. A suposição é que uma CS superior aumentará a probabilidade (embora não a certeza) de vitória por meio de uma melhor avaliação e resposta a eventos de combate (MURRAY, ENSIGN e YANAGI, 2010, p. 1, tradução nossa).

3.2 COMANDO E CONTROLE NAS OPERAÇÕES DE GLO

A importância e a utilização dos sistemas de Comando e Controle em Operações de Garantia da Lei e da Ordem ou Operações Interagências vem se tornando cada dia mais comum, tendo em vista a consciência situacional que novas tecnologias podem proporcionar ao comandante da operação.

Particularmente nas operações de GLO e levando em consideração as diversas peculiaridades que este ambiente operacional possui, o emprego dos sistemas de comunicações devem atender várias condicionantes, estas por sua vez, são citadas no Manual EB70-MC-10.242 Operação de Garantia da Lei e da Ordem (2018):

O planejador do sistema de comunicações deve atentar para as seguintes condicionantes:

- a) tendência para uma maior estabilidade dos postos de comando, particularmente nas operações em ambiente urbano, utilizando-se, em muitos casos, os próprios aquartelamentos;
 - b) possibilidade de emprego de meios de comunicações civis, implicando na necessidade de adaptação e de conhecimento dos sistemas disponibilizados;
 - c) aumento das distâncias entre os elementos a serem interligados;
 - d) aumento do número de ligações necessárias, com a inclusão de elementos diversos (forças singulares, policiais, órgãos civis etc.), exigindo a interoperabilidade dos meios de comunicações;
 - e) natureza diversificada das forças adversas, tornando mais complexas as medidas de segurança;
 - f) integração dos sistemas operacionais empregados com os recursos locais existentes, de modo a assegurar a eficiência do sistema comando e controle, necessário à manobra planejada; e
 - g) devido às características especiais das operações, deve ser dada especial atenção à transmissão de vídeos e imagens.
- (BRASIL, 2018, p. 6-4).

Todas estas condicionantes elencadas anteriormente, para este ambiente operacional tão complexo para o Comando e Controle, devem ser fielmente observadas antes do desenvolvimento/aquisição de tecnologias, para que assim, os sistemas desenvolvidos possam ser integrados aos já existentes no Exército Brasileiro, tornando-se assim, eficientes, eficazes e efetivos.

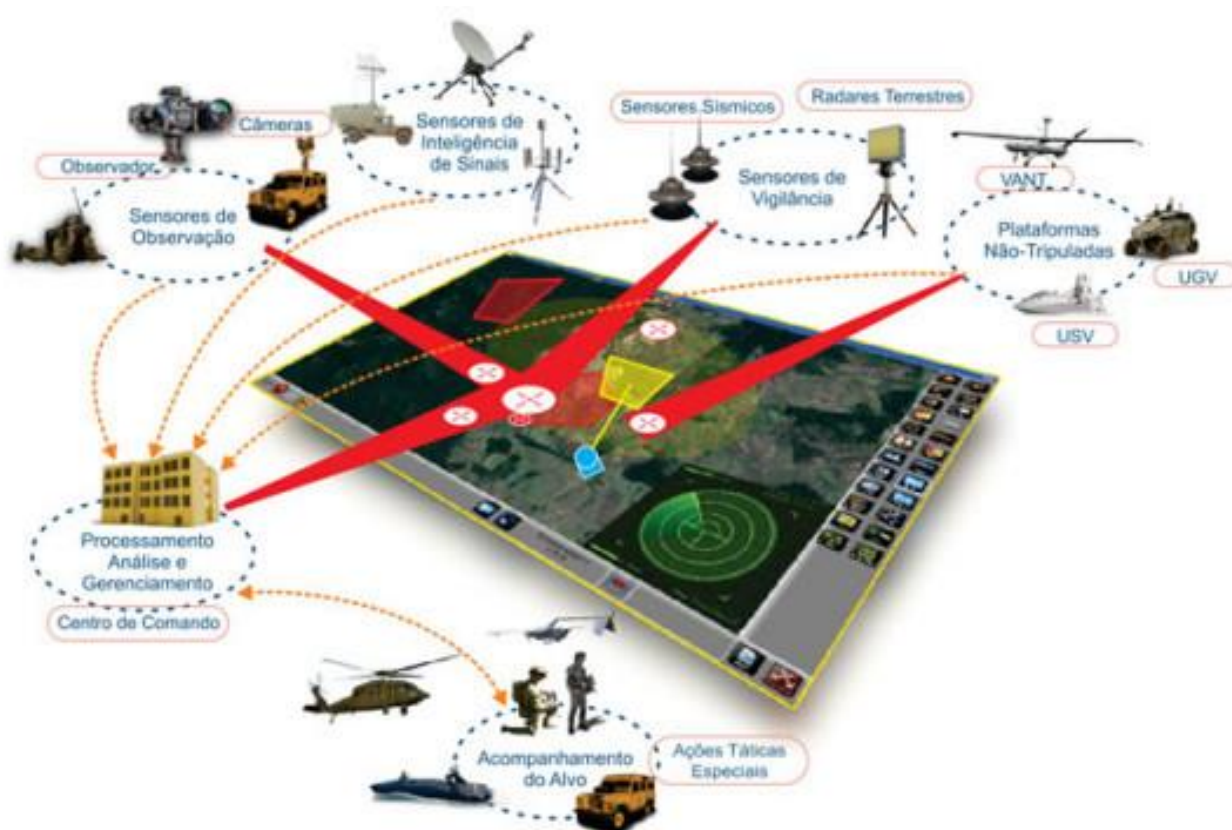


Figura 3 – Complexidade do Comando e Controle em Op GLO.
Fonte: Brasil, 2018.

Os sistemas de C² que proporcionam a consciência situacional durante uma operação, são na verdade, grandes facilitadores para uma melhor coordenação da tropa/agência envolvida e espalhada em diversos pontos da área de atuação, pontos estes muitas das vezes, com uma distância muito grande entre eles.

Conforme o Manual MD33-M-12 Operações Interagências (2012, p. 17) “As técnicas, procedimentos e sistemas de Comando e Controle (C²) podem auxiliar na obtenção de unidade de esforços ajustadas ao ambiente interagências. A unidade de esforços só pode ser alcançada por meio de contínua e estreita coordenação e cooperação”.

4. SISTEMA DE RÁDIO DIGITAL TRONCALIZADO (SRDT)

O SRDT é um sistema de radiocomunicação digital, por meio do qual um usuário de rádio móvel pode fazer chamadas facilmente em uma ampla área geográfica. Permite que usuários de zonas distintas sejam combinados em grupos de conversação. É um sistema troncalizado, composto por uma complexa rede de servidores e estações de trabalho, recursos de rede local (LAN) e rede remota (WAN) de alta velocidade, sofisticados elementos de software para bancos de dados e gerenciamento e equipamentos de radiofrequência (RF). (MOTOROLA SOLUTIONS, 2006, apud VILLAR, 2018, p. 6).

Este sistema tem sido muito utilizado em operações de GLO realizadas apenas por elementos da Forças Armadas e, também, nas que empregam agentes de outras instituições e órgãos, conhecidas como operações interagências. O SRDT utiliza o padrão APCO25 e tem sido a principal ferramenta de C² durante as operações, devido ao fato de proporcionar interoperabilidade entre os operadores e de possuir características, tais como otimização do espectro, gerenciamento de rede e segurança.

Quanto a uma das principais características do SRDT e do padrão APCO25, a confiabilidade do sistema, Kofre (2021) faz a seguinte abordagem:

A confiabilidade do sistema digital APCO25 é inerente pela disponibilidade de múltiplos canais de voz. Uma vez que canais são designados para usuários na medida da necessidade e nenhum usuário está vinculado a um canal específico, uma falha em um dos canais não será normalmente percebida pelo usuário. Mesmo sendo este fato improvável, na ocorrência de falha em um canal, o Controlador coloca este canal fora de serviço e não o seleciona para nenhum grupo de conversação. Os outros canais continuarão a ser alocados normalmente.

(KOFRE,2021)

Conforme Valente (2009), o SRDT é regulamentado pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) como um serviço móvel especializado (SME), este sistema é constituído em um sistema rádio-celular em que uma Estação Rádio-Base(ERB), conhecida também como Site, tem a cobertura de aproximadamente 30 a 40 Km de raio máximo, tendo como característica

principal o gerenciamento eficiente do espectro de frequências disponíveis .
(VALENTE, 2009, apud VILLAR, 2018,p.6).



Figura 4 – Sites do Sistema de Rádio Digital Troncalizado.
Fonte: Brasil, 2016.

Como objetivo de estudo neste trabalho, o SRDT possui uma característica/vantagem muito importante para análise do emprego do Sistema WAVE 5000 em conjunto com o próprio SRDT, trata-se da capacidade de integração de outros sistemas ao seu, ou seja, possibilita através dos equipamentos que compõem sua infraestrutura (antena, combinador/multiacoplador, repetidoras, controlador, roteadores de rede, controlador de site e No-Break) que seja realizada a interoperabilidade entre sistemas, característica esta de muita importância para o fornecimento preciso de informações durante as operações de GLO.

Para Almeida (2016), soma-se as características já citadas: a capacidade de prover comunicações confiáveis, interoperabilidade, eficiência e otimização na utilização do espectro magnético. É um sistema que oferece confiabilidade, simplicidade, continuidade, rapidez e integração as Operações em ambiente urbano ao Exército Brasileiro. (ALMEIDA, 2016, apud VILLAR, 2018,p.7).

5. SISTEMA WAVE 5000

Buscando acompanhar o rápido desenvolvimento tecnológico dos sistemas de comunicações e, procurando cada vez mais aperfeiçoar a utilização do Comando e Controle durante as operações de Garantia da Lei e da Ordem que, por sua vez, se tornaram nos últimos anos, o foco do emprego das Forças Armadas no Brasil, o Exército Brasileiro adquiriu em 2019, através de um contrato *offset*, 200 (duzentas) licenças do sistema *WAVE 5000*, estando estas atualmente sob responsabilidade e administração da Companhia de Comando e Controle (Cia C2) sediada em Brasília-DF.

A empresa *Motorola Solutions* é a responsável pela criação e comercialização do sistema *WAVE 5000*. Para o Exército Brasileiro foi apresentada a capacidade de integração ao Sistema de Rádio Digital Troncalizado (SRDT), o que chamou muito a atenção, fornecendo assim, diferentes fontes de áudio e permitindo a comunicação, através de diferentes tecnologias de voz (celulares, *tablets*, notebooks e etc) de forma transparente para os usuários, diferenciando-se neste aspecto de outra ferramenta que gera a consciência situacional, muito utilizada nas operações GLO, o sistema Pacificador, pois este não é capaz de fornecer tecnologias de voz aos seus usuários.

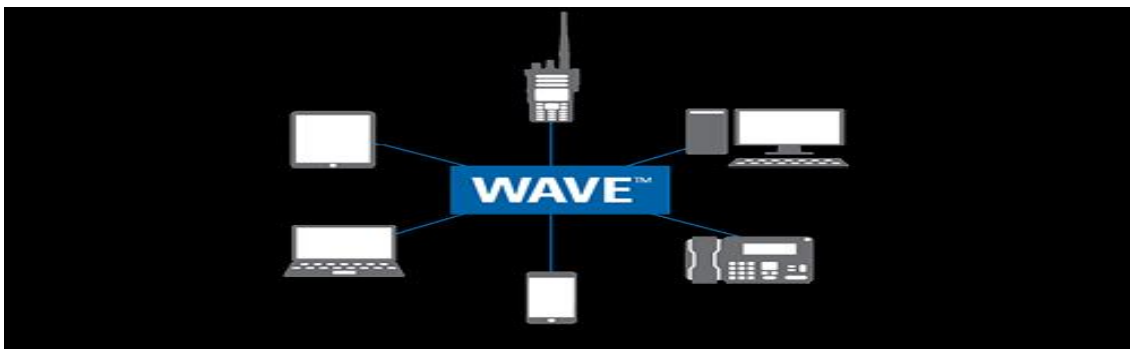


Figura 5 – Possibilidades de integração do WAVE 5000.

Fonte: Sítio eletrônico da empresa *Motorola Solutions*. Acesso em 25 maio 2021.

Porém, para que o *WAVE 5000* possa ser difundido para demais integrantes do Exército Brasileiro e outras forças, ainda estão sendo levantadas as necessidades específicas para análise da capacidade do sistema, tudo com o objetivo de auxiliar no C², os comandantes de operações por intermédio dos gestores dos sistemas de comunicações para um fornecimento detalhado da consciência situacional.

O sistema *WAVE 5000* é capaz de transformar dispositivos, como celulares que possuem como sistemas operacionais (Android ou iOS) em telefones que podem funcionar como equipamentos rádio no padrão APCO25, por exemplo. Com isso, o

usuário consegue desde que esteja integrado ao SRDT, se comunicar com o rádio APX2000(mais utilizado pelo Exército Brasileiro atualmente) através de seu próprio dispositivo móvel, porém, este deverá está com o aplicativo WAVE 5000 já instalado e com a licença liberada pela Organização Militar (OM) gestora do sistema de comunicações. Cabe ressaltar, que a comunicação entre os dispositivos (Rádio-Celular) é baseada e protegida com criptografia e segurança da mesma forma como se fosse realizada a comunicação entre dois equipamentos rádio.

5.1 CAPACIDADES TÉCNICAS

Para que o sistema *WAVE 5000* pudesse atender as demandas impostas pelo Comando e Controle durante operações de GLO, por exemplo, foram observadas e analisadas se as principais características do sistema seriam proveitosas para o emprego por militares do Exército Brasileiro durante seu real emprego. Foram apresentadas pela empresa *Motorola Solutions* as principais capacidades/características.

5.1.1 Dispositivos Suportados

De acordo com a empresa *Motorola Solutions* (2020), os seguintes dispositivos são capazes de trabalharem com o sistema *WAVE 5000*: telefones e *tablets* com sistema operacional Android; telefones e *tablets* com sistema operacional iOS; Telefones especiais com botões *Push-To-Talk* (PTT) dedicados; Microfones com alto-falante de rádio PTT Bluetooth (RSM), botões e fones de ouvido; e RSMs PTT de 3,5 mm, acessórios e fones de ouvido.

Algumas informações mais detalhadas e que interessam para a análise deste trabalho, podem ser observadas no *DataSheet* do sistema, apresentado no quadro 1 abaixo.

DATASHEET (WAVE)		
	Android	iOS
Versões Suportadas	5.0 ou superior	9.0 ou superior
Plataformas	- <i>WAVE OnCloud</i> e <i>WAVE 5000</i> na premissa 5.12 ou superior	

Segurança	- TLS 1.2 com certificado e AES256 para criptografia - Criptografia: FIPS140-2 Nível 1	
	Módulos criptográficos padrão Android	Módulos criptográficos padrão Apple FIPS iOS
Áudio	- 8 Kbps, banda estreita OPUS, <i>Codec</i> Variável	
Localização	- Compartilhamento de intervalos configuráveis pelo usuário de 05 segundos a 01 hora	
Precisão da Localização	- Ditado pela precisão das configurações do serviço de localização do dispositivo	
TalkGroups	- Até 16 Ativos	

QUADRO 1 – *DataSheet WAVE*Fonte: *Motorola Solutions* (tradução nossa)

5.1.2 Recursos

Dentre os principais recursos disponibilizados pelo sistema WAVE, alguns são de suma importância para possível utilização durante operações de GLO em que o Exército Brasileiro será empregado, como por exemplo: grupo e chamada privada; grupo e texto(mensagens) privado; criptografia de voz e dados; autorização do dispositivo que poderá utilizar o sistema; *status* de presença; mapeamento e compartilhamento de localização (limitado); associação de canais *Wave* com *talkgroup* de sistema ASTRO 25 / P25 (utilizados nos equipamento rádio APX 2000); e integração com *motobridge*.

5.1.3 Aplicações

As mais recentes operações de GLO nas quais o Exército Brasileiro participou mostraram a necessidade de atendimento de um princípio das comunicações com grande importância para os operadores dos sistemas de comunicações, trata-se da Flexibilidade.

O comunicador móvel do sistema WAVE proporciona ao seu usuário a possibilidade de transformação de seu dispositivo (Android ou iOS) em um terminal PTT multicanal, com isso, e resolvendo também possíveis problemas até mesmo de uma demanda maior do que a disponibilizada no que diz respeito a quantidade de equipamentos rádio necessários em determinada operação, por exemplo, o sistema em estudo faz com que o usuário no lugar de carregar um equipamento APX 2000, possa utilizar o seu próprio dispositivo móvel com a mesma capacidade, comunicação e

segurança que o equipamento rádio proporciona, podendo inclusive, realizar a comunicação, através de uma integração de sistemas, com os próprios equipamentos APX 2000.

5.2 INTEGRAÇÃO DO SISTEMA *WAVE* AO SRDT

Levando em consideração a complexidade das operações que o Exército Brasileiro vem sendo empregados atualmente, as atualizações e implementação de novas tecnologias que possam auxiliar o comando e controle e, com isso, as tomadas de decisão e a consciência situacional por parte dos comandantes se fazem cada vez mais necessárias.

Porém, as tecnologias adquiridas devem ter a capacidade de integração com os sistemas já existentes e utilizados pelo exército. Cumprindo as exigências mencionadas anteriormente, a empresa *Motorola Solutions* apresentou o sistema *WAVE* ao Comando de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (Cmndo Com GE Ex).

A capacidade da integração com o SRDT (sistema mais utilizado em operações de GLO atualmente) é uma característica muito importante desta aplicação, pois complementa outro sistema que o exército possui e que também fornece consciência situacional, o sistema Pacificador Mobile.

Uma importante diferença entre estes sistemas é que o *WAVE* possui a capacidade de transmissão de voz por se tratar de um comunicador móvel, porém, o sistema necessita de algumas melhorias, logo, hoje os dois sistemas (Pacificador e *WAVE*) se complementam devido aos recursos que um tem e outro não.

5.2.1 Integração do *WAVE* aos rádios P25

O sistema *WAVE* 5000 atualmente é composto por 2 conjuntos de equipamentos, instalados em Campo Grande/MS e Brasília/DF, porém, a administração das 200 licenças adquiridas pelo Exército Brasileiro encontram-se sob administração da Companhia de Comando e Controle (Cia C2) localizada em Brasília. O *WAVE* já encontra-se integrado ao sistema SRDT M3, permitindo a comunicação direta entre os celulares com aplicação *WAVE* e os rádios P25.

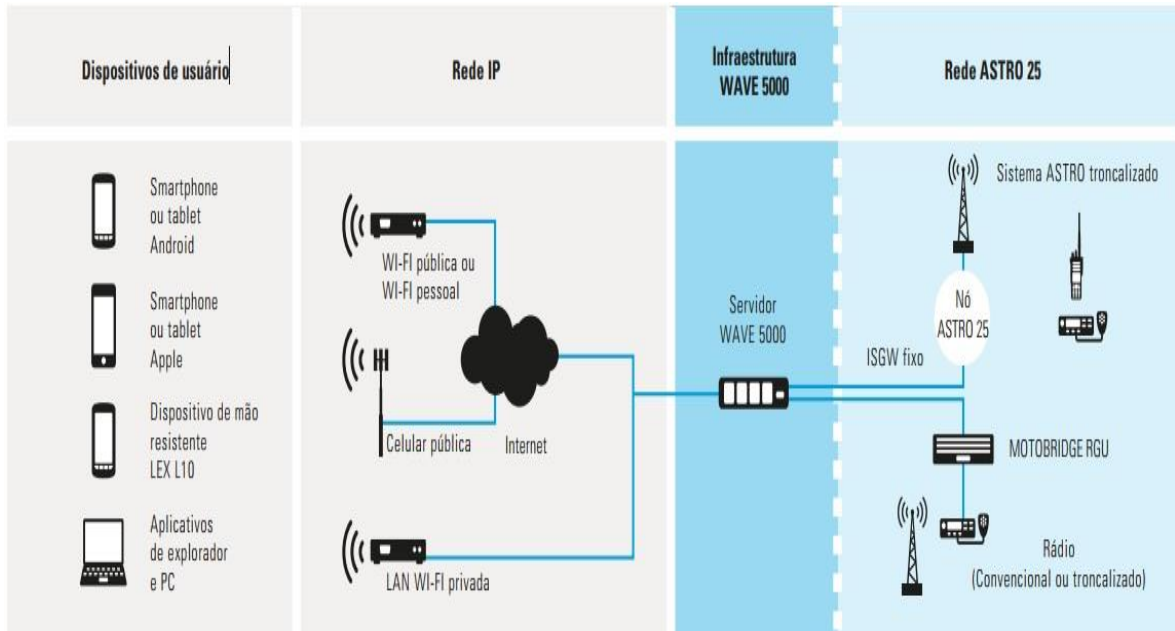


Figura 6 – Interface WAVE 5000 no sistema ASTRO 25.
Fonte: *Motorola Solutions*, 2020.

5.2.2 Integração com *Motobridge*

Atualmente o Exército Brasileiro utiliza outros sistemas de equipamentos rádio durante suas operações, outra vantagem do *WAVE* é que ele possibilita a interoperabilidade com outros fabricantes de rádios, como os da *HARRIS* por exemplo, equipamentos estes bastante utilizados atualmente.

Esta integração é realizada através da utilização de *Motobridges*, porém, segundo a empresa *Motorola Solutions*(2020), alguns requisitos devem ser atendidos pela *Motobridge* para que isso possa ocorrer, são esses: o *Part Number* (PN) do equipamento deve possuir sufixo “B” ou “C”. Equipamentos com sufixo “A” não são suportados; e atualmente, a versão da *Motobridge* deve ser 4.9.50.03, caso a versão tenha que ser atualizada, deverá ser feito contato com a *Motorola Solutions* para que a atualização possa ser realizada.

5.3 TESTES, FUNCIONALIDADES BÁSICAS DA APLICAÇÃO WAVE EM DISPOSITIVO MÓVEL

No ano de 2020, foram recebidas na Companhia de Comando e Controle, 200 (duzentas) licenças do *WAVE*, estas por sua vez, eram liberadas conforme solicitação das diversas unidades de comunicações distribuídas dentro dos Comandos Militares de Áreas, porém, o gerenciamento e cadastro das contas permaneceu sob o controle total da Cia C2.

Enquanto estava como chefe da 3ª Seção da Cia C2, foram realizados diversos testes e demonstrações do sistema durante visitas institucionais. Estes testes demonstravam o funcionamento do *WAVE* integrados ao SRDT e todos os resultados foram extremamente positivos, inclusive, foram realizadas demonstrações de contato entre dispositivos móveis, rádio APX 2000 e Falcon III, nestas ocasiões, os contatos eram feito entre a própria Cia C2 (Brasília/DF), 4º Batalhão de Comunicações (Recife/PE) e o 9º Batalhão de Comunicações e Guerra Eletrônica (9º B Com GE).

Cabe ressaltar que em 2020 o sistema também foi apresentado ao Gabinete de Segurança Institucional (GSI), pois também utilizam o sistema APCO 25, e os mesmos demonstraram interesse na utilização da aplicação.

5.3.1 Funcionalidades Básicas da Aplicação *WAVE*

A fim de orientar os futuros usuários do sistema *WAVE*, nas figuras abaixo serão demonstradas as principais funcionalidades da aplicação, com a finalidade de transmitir aos militares do Exército Brasileiro que ainda não conhecem esta nova ferramenta de comando e controle, o conhecimento básico e a possibilidade da utilização do *WAVE* como uma nova forma de fornecimento de consciência situacional durante as operações de GLO.

O aplicativo é encontrado na Play Store e na Apple Store com o nome “**WAVE Push-to-talk (PTT)**” na versão **5.12+**, conforme a Figura 7. O aplicativo sempre tem que estar atualizado na versão mais recente para que possa rodar nas melhores condições.



Figura 7 – *Wave* na *Playstore*
Fonte: Autor, 2020

Após o *download* do aplicativo, a imagem da Figura 8 representa a tela inicial, onde deverá ser colocado o **NOME DE USUÁRIO, SENHA E ENDEREÇO DO SERVIDOR.**

Lembrando que esses dados serão fornecidos pelo administrador responsável pela configuração.

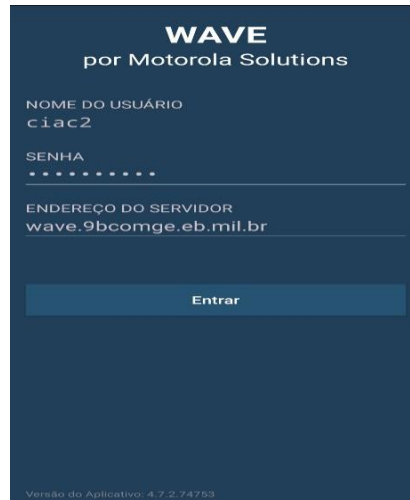


Figura 8 – Tela inicial para *login*
Fonte: Autor, 2020

Após a realização do *login*, o usuário terá acesso a todos os grupos que estarão configurados no seu perfil e para ter acesso a um determinado grupo, basta um clique no grupo desejado. Na tela apresentada na Figura 9 é possível ter acesso as configurações do aplicativo, silenciar um grupo específico ou todos os grupos ao mesmo tempo, visualizar mensagens, contatos e histórico de mensagens.

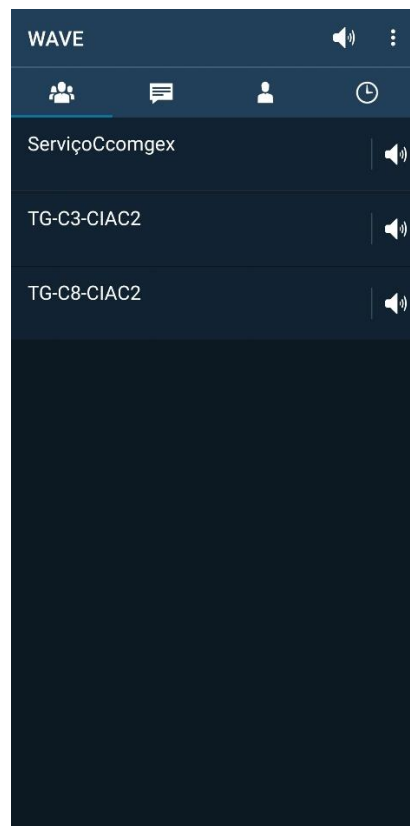


Figura 9 – Tela inicial após o *login*
Fonte: Autor, 2020

Após a seleção de um grupo específico, o usuário é direcionado para a tela representada na Figura 10, onde será possível conversar com usuários de determinado grupo, para isso, basta apertar o PTT ou digitar uma mensagem no teclado do dispositivo.

O status da rede poderá indicar “conectado”, caso o usuário esteja conectado com o servidor e com internet ou “sem rede”, caso não esteja conectado com o servidor ou sem internet.

O usuário poderá ainda, ter acesso à sua localização e dos demais integrantes do grupo, ver todos os usuários que estão online e silenciar o grupo.



Figura 10 – Comunicação Voz(PTT) ou Mensagem(Teclado)
Fonte: Autor, 2020

Ao clicar em “usuários”, o usuário é encaminhado para a tela conforme a Figura 11 e tem acesso a todos que estarão online do grupo selecionado. Por essa aba é possível mandar mensagem privada a um usuário específico.

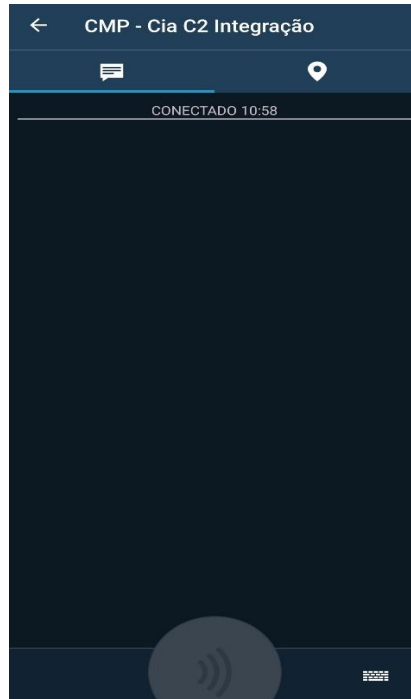


Figura 11 – Tela de usuários *online* no grupo CMP – Cia C2 Integração
Fonte: Autor, 2020

Ao clicar em “Localização”, o usuário será encaminhado para o mapa representado na Figura 12 e poderá ter acesso à sua localização e dos demais integrantes do grupo, podendo ainda mandar áudio e mensagem de texto.



Figura 12 – Tela da localização de usuários
Fonte: Autor, 2020

A administração da distribuição de licenças realizada pela Companhia de Comando e Controle é realizada através de um servidor localizado nas instalações da própria Cia C2. É possível observar na Figura 13 a interface do servidor, local onde o administrador tem acesso a todos os grupos, usuários e perfis cadastrados no sistema. Além disso, é a partir desta interface que são feitos os grupos que estarão configurados no aplicativo. É de suma importância que apenas o militar designado como administrador do sistema tenha acesso ao servidor.

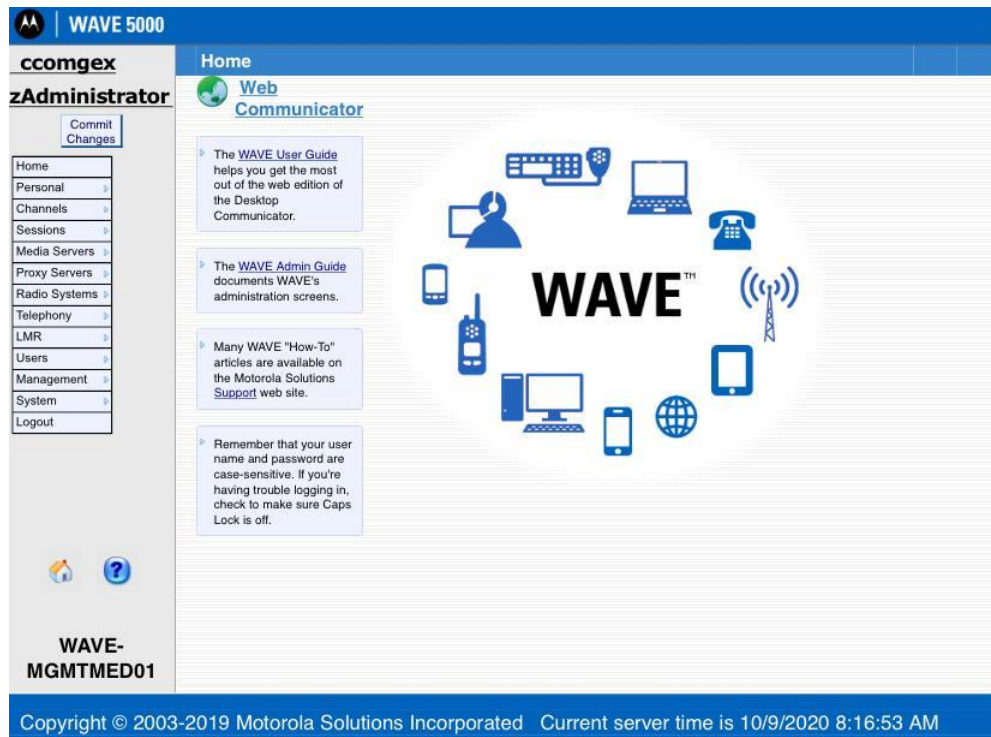


Figura 13 – Interface do sistema WAVE
Fonte: Autor, 2020

É importante destacar que este documento não substitui qualquer tipo de manual ou procedimentos adotados pela *Motorola Solutions* mas sim, facilitar a utilização do aplicativo no âmbito dos militares que compõem o Exército Brasileiro e que poderão fazer uso do sistema WAVE.

5.4 OPORTUNIDADES DE MELHORIA PARA O SISTEMA WAVE 5000

Visando um melhor aproveitamento do sistema WAVE no apoio ao Comando e Controle (C2) durante às operações de GLO, foram observadas por este relator (Chefe da 3ª Seção/Cia C2) e por demais integrantes da Cia C2 no ano de 2020, após a realização de testes, melhorias que devem ser realizadas no sistema para que este possa agir de forma independente quando necessário, ou seja, sem depender da

utilização de outro sistema para que o apoio seja efetivo. As oportunidades de melhoria são as seguintes:

1) Permanência de mensagens recebidas – Pois as mensagens não ficam armazenadas de forma permanente;

2) Redundância transparente do servidor – Apesar de existirem dois servidores para se obter redundância (Brasília e Campo Grande), foi observado que quando um servidor cai, por muitas vezes a redundância não é ativada instantaneamente, não atendendo os princípios das comunicações da confiabilidade e continuidade;

3) Possibilidade de conexão/integração com o Sistema Pacificador – Esta integração deixaria o sistema muito efetivo pois, ambos possuem funções que o outro não possui;

4) Tornar a localização de usuários ilimitada – Atualmente o sistema permite o acompanhamento por apenas 01 (uma) hora no máximo, após esse período, o usuário tem que habilitar a localização novamente;

5) É necessário reiniciar o *media server* para reestabelecer a comunicação com a *Motobridge* – O ideal é que não se tenha que reiniciar e que seja feita de forma automática;

6) Possibilidade de acesso ao servidor *WAVE* pela EBNet – Atualmente isso não está acontecendo;

7) Possibilidade do envio de áudio e não apenas mensagens escritas;

8) Possibilidade do acesso ao *WAVE* pelo computador (*WAVE WEB*), a fim de tornar mais fácil de visualizar a localização dos usuários, atualmente isso só ocorre por meio do dispositivo mobile;

9) Necessidade de hospedagem do servidor *WAVE* na EBNet e ele ser acessado via VPN no celular, visando a segurança, uma vez que o mesmo encontra-se disponível na Internet, podendo ser uma porta de entrada para a Intranet do Exército para possíveis ataques de invasão; e

10) Possibilidade de um usuário ouvir mais de um grupo ao mesmo tempo, como por exemplo, o escaneamento dos rádios do SRDT.

6. CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento do presente trabalho, principalmente nas abordagens realizadas nos capítulos de Sistemas de Comando e Controle e do SRDT, pôde-se observar que os assuntos são completamente interligados e totalmente dependentes um do outro quando tratamos sobre o emprego das comunicações nas Operações de Garantia da lei e da Ordem.

Após destacar a importância da consciência situacional durante as operações GLO, o estudo se propôs a apresentar um novo sistema adquirido recentemente pelo Exército Brasileiro, o *WAVE*, capaz este de suprir algumas necessidades da tropa empregada na “ponta da linha” e facilitando e fornecendo assim o acompanhamento em tempo real, para os comandantes das operações.

Os diversos testes realizados pela Companhia de Comando e Controle no ano de 2020, possibilitaram uma análise de como o sistema em estudo pode melhorar e ajudar na atual forma de emprego e interoperabilidade do *WAVE* com os sistemas de comunicações empregados atualmente durante operações de GLO pelo Exército Brasileiro. Além disso, também permitiu demonstrar uma economia proporcionada pelo emprego do sistema *WAVE* em aparelhos celulares, fazendo assim com que a falta de equipamentos rádio integrados ao SRDT em diversas OM, possa ser suprida com a utilização de *smartphones* com o aplicativo *WAVE* instalado e com a licença liberada pela Cia C2 (atual administradora das 200 licenças adquiridas), proporcionando o mesmo desempenho e segurança do rádio P25, por exemplo.

Dada a importância da aquisição de novas tecnologias e sistemas para apoio ao Comando e Controle do Exército Brasileiro e após a realização dos testes em campo realizados no ano de 2020, conforme abordado no item 5.4 deste estudo, torna-se necessário que as melhorias apresentadas e imprescindíveis que devem ser realizadas para que o sistema *WAVE* possa proporcionar ao Comando e Controle do Exército Brasileiro a segurança, a flexibilidade e a confiabilidade desejadas para as comunicações durante as operações GLO, sejam realizadas antes de sua distribuição e amplo emprego nas diversas OM espalhadas no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **EB20-C-07.001**: Catálogo de Capacidades do Exército, Brasília, DF, 2015.

_____. _____. _____. **EB20-MC-10.205**: Comando e Controle, ed. 1, Brasília, DF, 2015.

_____. _____. _____. **EB70-MC-10.241**: As Comunicações na Força Terrestre, ed. 1, Brasília, DF, 2018.

_____. _____. _____. **EB70-MC-10.242**: Operação de Garantia da Lei e da Ordem, Brasília, DF, 2018.

_____. Ministério da Defesa. **MD30-M-01**: Doutrina de Operações Conjuntas, vol. 1, Brasília, DF, 2020.

_____. Ministério da Defesa. **MD33-M-12**: Operações Interagências, ed. 1, Brasília, DF, 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas. 2019.

KOFRE. **Sistema de rádio digital P25**. 2021. Disponível em:<<http://www.kofre.com.br/solucoes/sistema-trunking/sistema-digital-p25>> Acesso em: 12 Maio 2021.

LUIZ PINTO RAMALHO, José. MILTEC 19: A Tecnologia e os Desafios do seu Emprego Operacional. **Revista Militar**, Lisboa, Portugal, ed. 2607, p. 7, Abril de 2019. Disponível em: <https://www.revistamilitar.pt/artigo/1423>. Acesso em: 08 fev. 2021.

MOTOROLA SOLUTIONS. **Comunicações para Grupos de Trabalho**. 2021. Disponível em:<https://www.motorolasolutions.com/en_us/my-software/wave.html#taboverview>. Acesso em: 12 Abr 2021.

MOTOROLA SOLUTIONS. **WAVE Mobile Communicator PTT**. 2021. Disponível em:<https://www.motorolasolutions.com/en_us/my-software/wave.html#taboverview>. Acesso em: 15 fev 2021.

MURRAY, S.; ENSIGN, W.; YANAGI, M. Combat Situation Awareness (CSA): Model-Based Characterizations of Marine Corps Training and Operations. San Diego, CA, 2010.

PRODANOV, C.C; FREITAS, E.C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale. 2013.

VILLAR, Rafael Oliveira. **Gestão da Manutenção Evolutiva do Sistema de Rádio Digital Troncalizado Utilizado Pelo Exército Brasileiro**. 2018. 18 fls. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialização em Ciências Militares. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2018.