

**ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO**  
***ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO***

Maj Com PEDRO NICOLAU DE MELO JUNIOR

**A utilização dos meios satelitais nas operações militares**



Rio de Janeiro

2019

J95u JUNIOR, Pedro Nicolau de Melo

A Utilização dos meios satelitais nas operações militares / Pedro Nicolau de Melo Junior-2019 70 f : il. ; 30 cm.

.  
Orientação: Glauber Juarez Sasaki Acácio

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) — Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2019.

Bibliografia: f. 68-70.

1. SISCOMIS 2. SGDC 3. OPERAÇÕES MILITARES 4. COMUNICAÇÕES 5. SATÉLITE

CDD 355.426

Maj Com PEDRO **NICOLAU** DE MELO JUNIOR

## **A UTILIZAÇÃO DOS MEIOS SATELITAIS NAS OPERAÇÕES MILITARES**

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

Orientador: TC Com Glauber Juarez Sasaki Acácio

Rio de Janeiro

2019

Maj Com PEDRO **NICOLAU** DE MELO JUNIOR

## **A UTILIZAÇÃO DOS MEIOS SATELITAIS NAS OPERAÇÕES MILITARES**

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

Aprovado em \_\_\_\_ novembro de 2019

### COMISSÃO AVALIADORA

---

**GLAUBER JUAREZ SASAKI ACÁCIO** – TC Com QEMA – Me. - Presidente  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

---

**ENIO CORRÊA DE SOUZA** – TC Com QEMA – Membro  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

---

**ANDERSON LUIZ ALVES FIGUEIREDO** – Maj Eng QEMA – Membro  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

A minha esposa, filhos, pais e família  
pelo incentivo, inspiração e fonte de  
motivação na realização dos meus projetos

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por permitir nossa existência e a quem primeiro nos apegamos nos momentos de dificuldades.

A minha esposa e filhos, pelo apoio, incentivo e compreensão nos momentos de ausência.

Aos meus pais, pelo esforço em proporcionar a melhor educação aos seus filhos, pelo exemplo, carinho e apoio em todos os projetos da minha vida.

Aos amigos, pelo apoio na realização deste trabalho.

Ao meu orientador e amigo, TC Glauber, pelas sábias sugestões na condução deste trabalho, pelo incentivo e tranquilidade com que conduziu as diversas fases deste trabalho.

Ao Cap QEM Tavares, um dos integrantes do Programa SGDC, que me forneceu várias informações técnicas a respeito do satélite brasileiro, sobre o SISCOMIS e outras questões técnicas relativas ao emprego dos sistemas satelitais.

Ao TC Lehmkuhl, do CCOMGEX, que contribuiu com relatórios e documentações doutrinárias relativas ao emprego dos meios satelitais e de comunicações do Exército Brasileiro.

## RESUMO

Nos conflitos mundiais das últimas décadas verificou-se a grande importância da existência de sistemas de comunicações confiáveis, seguros e flexíveis. Tal condição permite uma maior consciência situacional facilitando o processo decisório. As grandes distâncias apresentam-se como um desafio para o estabelecimento de uma comunicação eficiente. Dessa forma, as comunicações via satélite apresentam-se como uma solução viável para cobrir grandes áreas e levar informações para locais remotos e carentes de infraestrutura de comunicações. O Exército Brasileiro (EB) tem adotado a utilização desse recurso, através do Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS) e da contratação de serviços comerciais de transmissão de voz e dados por satélite. Assim, conhecer as formas de emprego desses meios nos diferentes ambientes operacionais, bem como nas operações militares básicas são fundamentais para melhor explorar as capacidades desse nobre recurso. Esse trabalho busca fazer um estudo sobre o emprego dos meios de comunicações via satélite em uso na Força Terrestre nas operações militares, bem como propor, de forma simplificada, os serviços e equipamentos que poderiam ser adotados pelas Unidades do EB.

Palavras-chave: ROD, SISCOMIS, SGDC, satélites, comunicações, operações militares

## **ABSTRACT**

In the world conflicts of recent decades there has been the great importance of reliable, secure and flexible communications systems. Such a condition allows for greater situational awareness facilitating the decision making process. Long distances present a challenge to the establishment of efficient communication. Thus, satellite communications is a viable solution for covering large areas and bringing information to remote locations lacking communications infrastructure. The Brazilian Army (EB) has adopted the use of this feature through the Military Satellite Communications System (SISCOMIS) and by contracting commercial satellite voice and data transmission services. Thus, knowing the ways of using these means in different operational environments, as well as in basic military operations is fundamental to better exploit the capabilities of this noble resource. This paper seeks to study the use of satellite communications in use in the ground force in military operations, as well as to propose, in a simplified manner, the services and equipment that could be adopted by the EB units.

Key-words: ROD, SISCOMIS, SGDC, satellite, comunicacion, military operations

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

Figura 1: Exemplo de sistema de comunicações por satélite .....	18
Figura 2: Exemplo de sistema de comunicações por satélite .....	18
Figura 3: Órbitas dos satélites em relação à distância da terra .....	21
Figura 4: Exemplos de agências .....	26
Figura 5: Conceito Operativo do Exército (exemplo de situações) .....	28
Figura 6: Exemplo de combinação de atitudes.....	29
Figura 7: Diagrama básico de enlaces do SISCOMIS .....	33
Figura 8: Terminais do SISCOMIS .....	34
Figura 9: Terminal portátil do SISCOMIS .....	35
Figura 10: O ponto vermelho indica a posição do SGDC .....	38
Figura 11: Cobertura do SGDC .....	38
Figura 12: Equipamentos BGAN e IsatPhone .....	41
Figura 13: Área de cobertura Inmarsat.....	41
Figura 14: Equipamento e constelação de satélites da Iridium.....	42
Figura 15: Cobertura voz/dados globalstar.....	43
Figura 16: cobertura spot - globalstar.....	44
Figura 17: Integração Site móvel do SRDT ao SISCOMIS .....	57
Figura 18: SRDT integrado ao SISCOMIS .....	58
Figura 19: Instalação do BGAN (Inmarsat) em viatura .....	59
Figura 20: BGAN (Inmarsat) instalado em trem de transporte de Guaranis.....	59
Figura 21: Pel de Centro de Comunicações da Cia Com PC .....	60
Figura 22: Pelotão de Posto de Comando da Cia Com de Brigada .....	61
Figura 23: Companhia de Comunicações do 9º B Com GE .....	61
Figura 24: Pelotão de Comando e Controle da Cia Comando e Controle .....	61
Figura 25: Proposta de Arquitetura do Sistema de C2 da F Ter .....	62

### QUADROS

Quadro 1: Classificação das operações militares .....	23
Quadro 2: Operações ofensivas.....	24
Quadro 3: Operações defensivas.....	25

## **TABELAS**

Tabela 1: Alocação de frequências no espectro eletromagnético.....	21
Tabela 2: Dados técnicos dos Terminais do SISCOMIS .....	35
Tabela 3: Quadro comparativo Inmarsat, Iridium, Globalstar .....	45

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 PROBLEMA.....	15
1.2 OBJETIVOS.....	15
<b>1.2.1 Objetivo geral</b> .....	15
<b>1.2.2 Objetivos específicos</b> .....	15
1.3 HIPÓTESE.....	16
1.4 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	16
1.5 RELEVÂNCIA DO ESTUDO .....	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	18
2.1 SISTEMA DE COMUNICAÇÕES POR SATÉLITE.....	18
2.2 OPERAÇÕES MILITARES BÁSICAS .....	22
2.2.1 Operações Ofensivas.....	23
2.2.2 Operações Defensivas .....	24
2.2.3 Operações de Cooperação e Coordenação com Agências (OCCA).....	25
2.3 OPERAÇÕES NO AMPLO ESPECTRO DO CONFLITO .....	27
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	30
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	30
3.2 UNIVERSO E AMOSTRA .....	30
3.3 COLETA DE DADOS .....	31
3.4 TRATAMENTO DOS DADOS .....	31
3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO.....	31
<b>4 SISTEMAS DE COMANDO E CONTROLE</b> .....	32
4.1 SISTEMA MILITAR DE COMANDO E CONTROLE .....	32
4.2 SISTEMA DE COMUNICAÇÕES MILITARES POR SATÉLITE (SISCOMIS).....	32
4.3 SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES ESTRATÉGICAS (SGDC).....	36
4.4 SATÉLITES DE COMUNICAÇÃO DE USO COMERCIAL .....	38
4.4.1 Inmarsat.....	40
4.4.2 Iridium .....	42
4.4.3 Globalstar (e SPOT).....	42
4.4.4 Quadro comparativo Inmarsat, Iridium, Globalstar .....	44

<b>5 O EMPREGO DOS MEIOS SATELITAIS NAS OPERAÇÕES MILITARES</b> .....	46
5.1 CARACTERÍSTICAS DO EMPREGO DO MEIO SATELITAL EM AMBIENTES NATURAIS.....	49
<b>5.1.1 Áreas rurais</b> .....	50
<b>5.1.2 Áreas urbanas</b> .....	50
<b>5.1.3 Áreas montanhosas</b> .....	51
<b>5.1.4 Áreas de floresta</b> .....	52
5.2 EMPREGO DOS MEIOS SATELITAIS NAS OPERAÇÕES DEFENSIVAS.....	52
5.3 EMPREGO DOS MEIOS SATELITAIS NAS OPERAÇÕES OFENSIVAS .....	54
5.4 EMPREGO DOS MEIOS SATELITAIS NAS OPERAÇÕES COORDENAÇÃO E COOPERAÇÃO COM AGÊNCIAS (OCCA) .....	56
5.5 PROPOSTA DE DOSAGEM DE MEIOS SATELITAIS NOS ESCALÕES DA FORÇA TERRESTRE.....	60
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	65
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	68

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado uma potência regional no âmbito da América do Sul, devido ao tamanho do seu território, da população, da economia e do grau de influência no continente. Dessa forma, o país não pode relegar o controle do seu território, fator este que está intimamente ligado à sua soberania.

Assim, possuir Forças Armadas (FA) bem estruturadas e equipadas com modernos equipamentos é uma condição fundamental para que estas cumpram seu papel constitucional previsto no artigo 142 da Constituição Federal, conforme descrito abaixo:

Art. 142. As Forças Armadas, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República, e destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem.

Sendo um país de dimensões continentais, o Brasil possui áreas de vazios demográficos, locais que carecem de infraestrutura básica e regiões de difícil acesso. Tais situações apresentam-se como um desafio para que o Estado possa garantir sua soberania e levar o bem-estar social à sua população.

O Exército Brasileiro, para cumprir sua missão constitucional, deve possuir pessoal capacitado e material adequado, uma vez que pode ser empregado em qualquer parte do Brasil e do mundo. Assim, o estabelecimento de sistemas de comunicações seguros e flexíveis apresentam-se como um desafio para o emprego de tropas em locais com carência de infraestrutura ou de difícil acesso. Dessa forma, é fundamental que os sistemas de comunicações sejam capazes de permitir aos comandantes, em diversos níveis, o exercício do comando e controle de suas tropas.

Com o avanço tecnológico experimentado nas últimas décadas, verifica-se o uso crescente de meios cada vez mais modernos de telecomunicações e que são empregados de forma dual, ou seja, podem ser utilizados tanto para atividades militares quanto empregados para proporcionar o bem-estar da população em geral.

Seguindo essa tendência, verifica-se um incremento por parte de diversos países, do emprego de meios satelitais para fins comerciais e militares. A

flexibilidade, o alcance global e a segurança proporcionada por este tipo de tecnologia, tornam esses meios cada vez mais comuns na vida da população mundial, seja para a contratação de serviços de canais de televisão ou pelo simples uso do sistema de posicionamento global (GPS) em veículos automotores, celulares, relógios etc.

A inclusão do Brasil em um patamar de domínio da tecnologia aeroespacial permite sua projeção no cenário internacional, possibilitando ganhos sociais, econômicos e militares para a população. O desenvolvimento desse tipo de tecnologia não é tarefa fácil requerendo grande esforço do Estado, assim, na década de 1960, o governo brasileiro iniciou seu Sistema Brasileiro de Telecomunicações por satélite realizando acordos internacionais que tornaram o país proprietário de parte do segmento espacial do Sistema Global para Exploração Comercial e como consequência a criação da Empresa Brasileira de Telecomunicações.

Em 1985, decorrente das conclusões de um Grupo de Trabalho Interministerial, sobre a utilização do segmento espacial do Sistema Brasileiro de Telecomunicações por Satélites pelas Forças Armadas, teve início a implantação do Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS). O SISCOMIS visava à implantação de um sistema de telecomunicações por satélite, destinado a prover comunicações estratégicas ao Comando Supremo e demais órgãos da Estrutura Militar de Guerra (EMG), devendo operar desde os tempos de paz.

Recentemente, através do projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) foi lançado o primeiro satélite totalmente controlado pelo Brasil para atender às demandas de comunicações civis e militares do país. Trata-se de uma decisão estratégica e necessária para garantir a soberania nacional, uma vez que não depende de satélites de outros países.

Atualmente, os sistemas satelitais, incluindo a contratação de serviços de telefonia e dados satelitais de uso comercial, são empregados nas operações militares em curso no país e no exterior, desde o nível estratégico até o nível tático.

Desta forma, verifica-se a importância dos sistemas de comunicações por satélite para o país e para o Exército. Este trabalho pretende apresentar um estudo sobre tais meios em uso nas operações militares concluindo sobre os serviços e equipamentos que devem ser disponibilizados nas organizações militares do Exército.

## 1.1 PROBLEMA

Diante do que foi apresentado, a utilização dos meios satelitais é uma realidade cada vez mais presente no âmbito das operações militares conduzidas pelo Ministério da Defesa (MD) e pelo Exército Brasileiro, e visa garantir o comando e controle, permitindo uma melhor consciência situacional<sup>1</sup>.

O incremento no uso dos sistemas satelitais de comunicações nas operações militares, seja através do SISCOMIS ou por meios comerciais de comunicações satelitais, leva esse trabalho a se debruçar sobre os seguintes problemas:

**Quais as formas de emprego dos meios satelitais nas operações militares terrestres e quais são as necessidades de equipamentos e serviços que devem ser disponibilizados para os diferentes escalões da Força Terrestre nessas operações?**

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Estudar a forma de emprego dos meios satelitais nas operações militares.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- a. Identificar e caracterizar os meios satelitais disponíveis na Força Terrestre.
- b. Identificar e caracterizar os principais meios satelitais de uso comercial que podem ser empregados nas operações militares.
- c. Identificar e caracterizar as Operações Militares Básicas.
- d. Estudar o emprego dos meios satelitais nas Operações Militares Básicas e propor equipamentos e serviços que podem ser disponibilizados nos escalões da Força Terrestre.

---

<sup>1</sup> Consciência Situacional - Percepção precisa dos fatores e condições que afetam a execução da tarefa durante um período determinado de tempo, permitindo ou proporcionando ao seu decisor, estar ciente do que se passa ao seu redor e assim ter condições de focar o pensamento à frente do objetivo. É a perfeita sintonia entre a situação percebida e a situação real. (BRASIL, 2015)

### **1.3 HIPÓTESE**

A utilização de meios satelitais são de fundamental importância para o exercício do comando e controle, sua falta poderá comprometer significativamente uma Operação Militar. Seu emprego deve ser de forma judiciosa e controlada e abranger do nível estratégico ao nível tático com disponibilização de diferentes tipos de serviço em cada um dos níveis. Dessa forma, haverá uma maior flexibilidade do sistema de comunicações de uma operação militar permitindo maior efetividade no cumprimento das missões. Para a disponibilização dos serviços faz-se necessário conhecer quantos e quais equipamentos cada escalão de comando deve possuir.

### **1.4 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO**

O presente estudo estará limitado às Operações Militares Básicas com prioridade para as operações de Coordenação e Cooperação com Agências e focada nas atividades desenvolvidas no âmbito da Força Terrestre. Além disso, está limitado ao uso dos recursos de comunicações (voz e dados) e de localização proporcionado pelos satélites. O Estudo também tem como meta abranger os principais equipamentos satelitais, tanto de uso civil quanto militar, atualmente disponíveis no Exército Brasileiro.

### **1.5 RELEVÂNCIA DO ESTUDO**

No âmbito do Ministério da Defesa, existe a Diretriz para o emprego operacional dos terminais do Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS), que possui as seguintes finalidades: normatizar os procedimentos para a utilização do segmento espacial, de modo a otimizar o seu emprego, evitando ociosidade do uso do transponder e sua utilização não autorizada; minimizar a possibilidade de interferência entre terminais; e regular as prioridades de utilização do segmento espacial.

Atualmente, o Exército não possui manual destinado a tratar, especificamente, sobre o emprego dos meios satelitais nas operações. Além disso, é interessante que haja um estudo sobre a necessidade de equipamentos

satelitais e os serviços que devem ser disponibilizados levando em consideração o escalão apoiado.

O planejamento de emprego dos meios satelitais é realizado pelo Oficial de Comunicações (O Com), de acordo com as demandas estabelecidas pelo Comandante e considerando a disponibilidade dos meios (recursos financeiros, quantidade equipamentos, banda disponível, autorizações do MD, etc).

O SISCOMIS é controlado pelo MD e tem seu uso limitado, devido a largura de banda disponível, o que acarreta a contratação de serviços de comunicações por satélite disponíveis no mercado, como forma de complementar o sistema de comunicações das operações. No entanto, esses serviços possuem um alto custo e requerem procedimentos administrativos para sua contratação, como, por exemplo, a realização de licitações.

A relevância do trabalho fica evidenciada diante de tudo o que foi apresentado constituindo-se um objeto para melhor compreender a influência dos meios satelitais nas operações militares e como empregar, diante das necessidades de cada escalão de comando, esse nobre meio.

Corroborando com a relevância do assunto verifica-se que o projeto SGDC lançou apenas um satélite, estando previsto ainda o lançamento de outros dois nos próximos anos. Esses satélites permitirão expandir a capacidade atual do sistema fornecendo condições para ampliar o número de usuários e a disponibilidade dos serviços (voz e dados) com melhor qualidade.

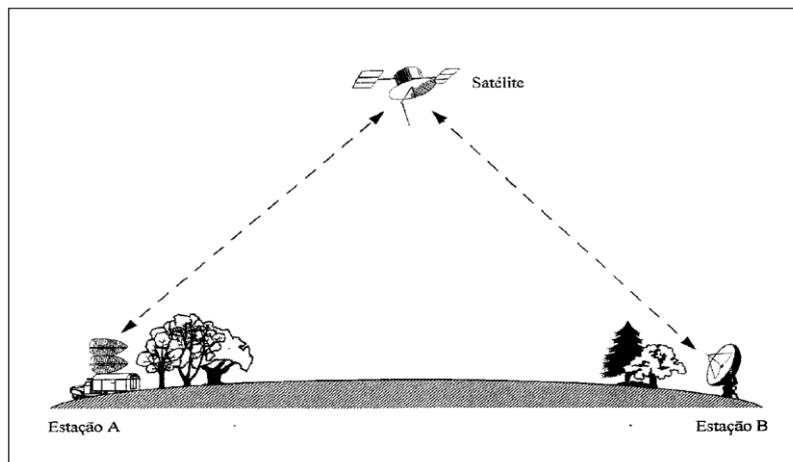
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção promove um debate sobre os principais termos que servem de lente conceitual para a consecução da presente pesquisa: o Sistema de Comunicações por Satélite e as Operações Militares Básicas e de amplo espectro.

### 2.1 SISTEMA DE COMUNICAÇÕES POR SATÉLITE

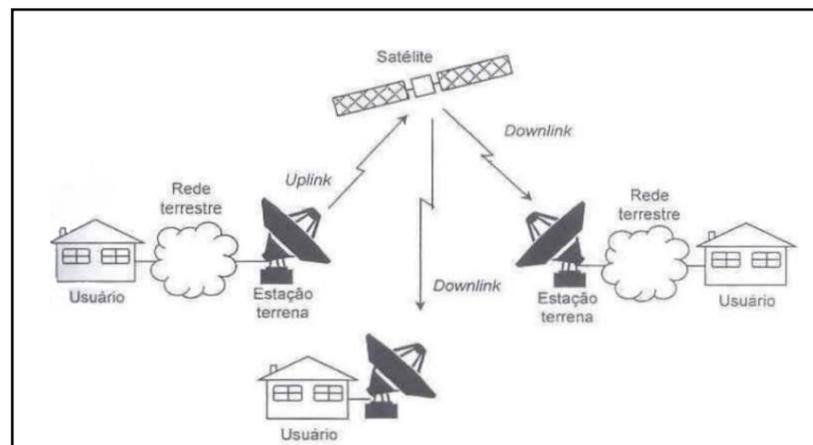
Um sistema de comunicações por satélite é constituído basicamente de um satélite, ou um conjunto de satélites, em órbita no espaço, conectado, através de enlaces de microondas, à diversas estações terrenas na superfície (PROTZEK, 2001). Conforme pode ser verificado na figura abaixo:

Figura 1: Exemplo de sistema de comunicações por satélite



Fonte: C 24-18 Emprego do Rádio em Campanha

Figura 2: Exemplo de sistema de comunicações por satélite



Fonte: PROTZEK, 2001

A estação terrena é responsável por tratar o sinal e adequá-lo para a transmissão ao satélite. Sendo assim, essa estação é composta por diversos dispositivos que permitem receber e transmitir informações para as redes terrestres, para o satélite e, por meio deste, para outras estações terrenas. A estação terrena também pode ter a função de realizar o gerenciamento e controle do sistema satelital (PROTZEK, 2001).

Dessa forma, a estação “B”, da figura 1, pode estar conectada ao sistema telefônico e de internet e proporcionar esses serviços a estação “A” que pode estar em qualquer ponto do planeta, tudo isso, é possível graças ao satélite que se encontra no espaço e permite a replicação do sinal recebido pela estação terrena, funcionando assim, como um repetidor de sinais.

Os satélites de comunicações são dotados de “transponders” que nada mais são do que equipamentos capazes de receber, tratar, regenerar e amplificar um sinal de radiofrequência (RF) recebido de uma estação terrena, que chega ao espaço enfraquecido pelos efeitos da propagação, e retransmiti-lo para a Terra (PINHO, 2016).

O enlace (*link*) que interliga a estação terrena ao satélite, ou seja, o enlace de subida, é conhecido como *uplink*, enquanto o enlace que interliga o satélite às estações terrena, ou seja, o enlace de descida, como *downlink*. Essas frequências de *uplink* e *downlink* são diferentes para que não haja interferências (PROTZEK 2001).

O manual C 24-18, Emprego do Rádio em Campanha (1997, P 4-20), define o satélite como sendo um repetidor, localizado no espaço, que permite o tráfego de comunicações bidirecionais, de voz, imagem e dados de sinalização e controle, na forma digital.

Quando se trata de sistemas de comunicações satelitais, existem dois conceitos bastante importantes que é interessante conhecer. Um dos conceitos está relacionado a órbita que o satélite realiza e o outro diz respeito a frequência de utilização para o estabelecimento dos enlaces com as estações terrenas (CAMPOS 2002).

As órbitas dos satélites podem ser classificadas em dois tipos: quanto a sua trajetória e quanto a sua distância em relação à terra.

Quanto à distância da Terra, podem ser do tipo de órbita baixa (*Low Earth Orbit* - LEO), de órbita média (*Medium Earth Orbit* - MEO) ou órbita

geoestacionária ou geossíncrona (*Geosynchronous Earth Orbit - GEO*) (CAMPOS 2002).

Quanto à trajetória, podem ser polares, equatoriais ou elípticas.

A órbita polar é utilizada por satélites com a finalidade de observar toda a superfície da Terra em uma sequência (enquanto o planeta gira num eixo, o satélite executa sua translação em outro eixo, ortogonal). Este tipo de órbita proporciona um mapeamento completo da superfície terrestre (CAMPOS 2002).

A órbita equatorial, como o próprio nome permite entender, situa-se exatamente na linha do Equador e permite aos satélites nela posicionados uma característica única: o geossincronismo. Um satélite nessa órbita e com o mesmo sentido e período de rotação da Terra (24 horas) estará sempre cobrindo a mesma área da superfície terrestre, dando a impressão de estar sempre “parado” (CAMPOS 2002).

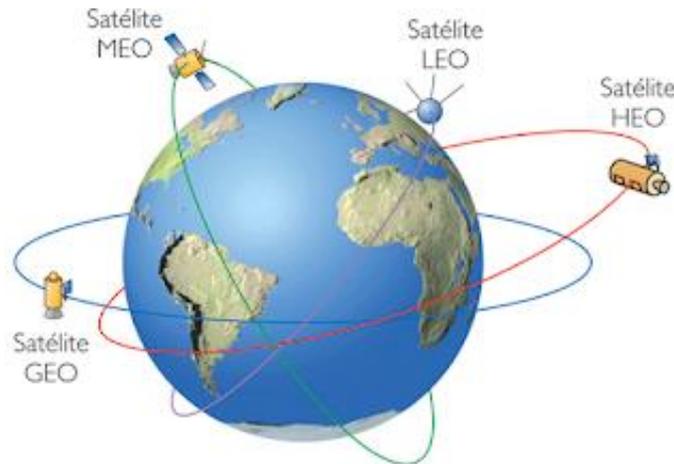
Um satélite de órbita geoestacionária é capaz de cobrir aproximadamente um terço da área da superfície da Terra, oferecendo a vantagem da visão global de áreas terrestres, marítimas ou aéreas para as Operações em qualquer um desses ambientes.

A órbita elíptica, na qual o satélite se afasta um pouco mais do planeta em parte de sua trajetória, tem por finalidade cobrir em comunicações as regiões mais próximas aos polos N e S do planeta que, em sua maioria, não são atingidas pelos satélites de órbita equatorial (CAMPOS, 2002).

A Figura 3 ilustra diferentes tipos de órbitas: a geoestacionária (GEO) que é circular com 35.838 km de altitude); a LEO, circular de baixa órbita com 320 a 1.100 km de altitude; a MEO, circular de média órbita com 8.000 a 12.000 km de altitude; e HEO, órbita elíptica alta (DEMENICIS, 2018).

Como dito anteriormente, a frequência de utilização do satélite fará com que um satélite se diferencie do outro, alterando, de forma significativa, sua capacidade de transmissão de dados, sua finalidade entre outros parâmetros. O estabelecimento de um enlace em visada direta entre uma estação terrena e um satélite é estabelecido através de frequências na faixa de microondas.

Figura 3: Órbitas dos satélites em relação à distância da terra



Fonte: www.kalipedia.com, 2017

A União Internacional de Telecomunicações (UIT), que possui sede na Cidade de Genebra na Suíça, é a responsável por realizar a coordenação e distribuição de frequências para as telecomunicações. Dessa forma, a UIT estabeleceu as faixas de frequências a serem utilizadas para transmissões por satélites, com fins militares, comerciais e exploratórios do espaço.

Segue abaixo a divisão das bandas, de acordo com a UIT:

Tabela 1: Alocação de frequências no espectro eletromagnético

BANDA	FAIXA DE FREQUENCIA	CARACTERÍSTICAS
L	1 GHz a 2 GHz	UHF ( <i>Ultra High Frequency</i> ) 300 MHz a 3 GHz
S	2 GHz a 4 GHz	
C	4 GHz a 8 GHz	SHF ( <i>Super High Frequency</i> ) 3 GHz a 30 GHz
X	8 GHz a 12 GHz	
Ku	12 GHz a 18 GHz	
K	18 GHz a 27 GHz	
Ka	27 GHz a 40 GHz	EHF ( <i>Extra High Frequency</i> ) 30 GHz a 300 GHz
V	40 GHz a 75 GHz	
W	75 GHz a 110 GHz	

Fonte: União Internacional de Telecomunicações (UIT) 2015

## 2.2 OPERAÇÕES MILITARES BÁSICAS

Para estudar as operações militares básicas é preciso conhecer o que são as operações militares. Segundo o manual EB70-MC-10.223 (Operações) a operação militar pode ser definida como:

O conjunto de ações realizadas com forças e meios militares, coordenadas em tempo, espaço e finalidade, de acordo com o estabelecido em uma diretriz, plano ou ordem para o cumprimento de uma atividade, tarefa, missão ou atribuição. É realizada no amplo espectro dos conflitos, desde a paz até o conflito armado/guerra, passando pelas situações de crise, sob a responsabilidade direta de autoridade militar competente.

As operações militares podem ser classificadas de duas formas: quanto às forças empregadas e quanto à sua finalidade. Quanto às forças empregadas podem ser singulares, conjuntas ou combinadas; já quanto à sua finalidade podem ser básicas ou complementares (BRASIL, 2017).

De forma bastante resumida, uma operação singular é aquela que é desenvolvida por apenas uma das forças armadas, enquanto a operação conjunta envolve o emprego de meios de mais de uma força singular, com seus representantes no Estado-Maior. Por fim, as operações combinadas apresentam elementos de forças armadas multinacionais (BRASIL, 2017).

As operações básicas são operações que, em situação de guerra ou não guerra<sup>2</sup>, podem atingir, por si mesmas, os objetivos impostos pela autoridade competente, já as operações complementares têm a finalidade de ampliar, aperfeiçoar e/ou complementar as operações básicas para que estas tenham aumentada a aplicação dos elementos do poder de combate terrestre. Essas operações podem ser ofensivas ou defensivas, em situações de guerra e cooperação e coordenação com agências, em situações de não guerra (BRASIL, 2017).

---

<sup>2</sup> OPERAÇÃO DE NÃO-GUERRA - Operação em que as Forças Armadas, embora fazendo uso do Poder Militar, são empregadas em tarefas que não envolvam o combate propriamente dito, exceto em circunstâncias especiais, em que esse poder é usado de forma limitada. Podem ocorrer, inclusive, casos nos quais os militares não exerçam necessariamente o papel principal.

Quadro 1: Classificação das operações militares

Classificação das Operações Militares	
Quanto às forças empregadas	Singulares
	Conjuntas
	Combinadas
Quanto à finalidade	Básicas
	Complementares

Fonte: Manual EB70-MC-10.233-Operações

### 2.2.1 Operações Ofensivas

O Manual EB70-MC10.223, **Operações** (2017), define o que são as Operações Ofensivas, como:

As operações ofensivas são operações terrestres agressivas nas quais predominam o movimento, a manobra e a iniciativa, para cerrar sobre o inimigo, concentrar poder de combate superior, no local e no momento decisivo, e aplicá-lo para destruir ou neutralizar suas forças por meio do fogo, do movimento e da ação de choque (BRASIL, 2017).

As operações ofensivas caracterizam-se por exigir do comandante um poder relativo de combate superior onde deseja realizar o ataque principal, para que ele possa atingir seu objetivo de destruir ou neutralizar o inimigo no momento e no local escolhido.

Na frente selecionada, o comandante deve evitar a parte mais forte do dispositivo inimigo, atraí-lo para fora de suas posições defensivas, isolá-lo de suas linhas de suprimento e forçá-lo a lutar numa direção não esperada e em terreno não preparado para a defesa. Sempre que for possível, deve-se procurar atuar sobre o flanco e a retaguarda do inimigo. Somente em situações excepcionais devem ser realizadas manobras frontais (BRASIL, 2017).

A superioridade dos meios deve ser buscada, neste tipo de operação, no entanto, nem sempre é possível, nestes casos, uma correta concentração de meios, bem como a superioridade de informações do campo de batalha serão decisivos para a conquista do êxito na Operação (BRASIL, 2017).

Pode-se considerar como bastante relevante nas operações ofensivas a utilização de forças de grande poder e altamente móveis, dessa forma cresce de importância também a utilização de eficientes e flexíveis sistemas de

comunicações para fazer frente aos rápidos deslocamentos que este tipo de tropa necessita.

Em diversas situações serão necessários coordenações com tropas localizadas em grandes distâncias onde os meios rádio convencionais não proporcionarão as comunicações em voz e dados satisfatoriamente para prover a consciência situacional dos comandantes nos escalões superiores.

As operações ofensivas podem ser de cinco tipos, podendo abranger diferentes formas de manobras, conforme quadro abaixo:

Quadro 2: Operações ofensivas

OPERAÇÕES OFENSIVAS	
TIPOS DE OPERAÇÕES	FORMAS DE MANOBRA
MARCHA PARA O COMBATE	-
RECONHECIMENTO EM FORÇA	-
ATAQUE	ENVOLVIMENTO
	DESBORDAMENTO
	PENETRAÇÃO
	INFILTRAÇÃO
	ATAQUE FRONTAL
APROVEITAMENTO DO ÊXITO	-
PERSEGUIÇÃO	-

Fonte: Manual EB70-MC-10.233-Operações

### 2.2.2 Operações Defensivas

O Manual EB70-MC10.223, **Operações** (2017), define o que são as Operações defensivas, como:

São operações realizadas para conservar a posse de uma área ou território, ou negá-los ao inimigo, e, também, garantir a integridade de uma unidade ou meio. Normalmente, neutraliza ou reduz a eficiência dos ataques inimigos sobre meios ou territórios defendidos, infligindo-lhe o máximo de desgaste e desorganização, buscando criar condições mais favoráveis para a retomada da ofensiva.

As operações defensivas caracterizam-se por serem, normalmente, mais estáticas, no entanto, pode ocorrer uma mudança no decorrer das ações e ter que mudar rapidamente para uma operação ofensiva.

A rápida mudança do combate defensivo para o ofensivo pode ocorrer com frequência considerável, isso deverá ser constantemente levado em consideração, uma vez que impactará os meios de comando e controle que serão empregados em cada etapa da Operação.

As operações defensivas buscam empregar todos os meios disponíveis para atingir as vulnerabilidades inimiga e procura, em seu planejamento, um melhor momento para explorá-la, tendo por finalidades principais: ganhar tempo, criando condições mais favoráveis a operações futuras; impedir o acesso do inimigo a determinada área ou infraestrutura; destruir forças inimigas ou canalizá-las para uma área onde possam ser neutralizadas; reduzir a capacidade de combate do inimigo; economizar meios em benefício de operações ofensivas em outras áreas; e obrigar uma força inimiga a concentrar-se, de forma que seja mais vulnerável às nossas forças (BRASIL, 2017).

Quadro 3: Operações defensivas

OPERAÇÕES DEFENSIVAS	
TIPOS DE OPERAÇÕES	FORMA DE MANOBRA
DEFESA EM POSIÇÃO	DEFESA DE ÁREA
	DEFESA MÓVEL
MOVIMENTO RETRÓGRADO	AÇÃO RETARDADORA
	RETRAIMENTO
	RETIRADA

Fonte: Manual EB70-MC-10.233-Operações

### 2.2.3 Operações de Cooperação e Coordenação com Agências (OCCA)

O Manual EB70-MC10.223, **Operações** (2017), define o que são as Operações de Cooperação e Coordenação com Agências, como:

São operações executadas por elementos do EB em apoio aos órgãos ou instituições (governamentais ou não, militares ou civis, públicos ou privados, nacionais ou internacionais), definidos genericamente como agências. Destinam-se a conciliar interesses e coordenar esforços para a consecução de objetivos ou propósitos convergentes que atendam ao bem comum. Buscam evitar a duplicidade de ações, a dispersão de recursos e a divergência de soluções, levando os envolvidos a atuarem com eficiência, eficácia, efetividade e menores custos. (BRASIL, 2017)



coordenação; interdependência dos trabalhos; maior interação com a população; influência de atores não oficiais e de indivíduos sobre as operações; e o ambiente complexo (BRASIL, 2017).

Nos últimos anos, as OCCA ficaram muito comuns no Brasil. O emprego constante das Forças Armadas em diversos eventos e situações, fez com que houvesse uma aprimoração da doutrina militar e permitiu a adaptação dos militares para atuar neste tipo de operação.

Dessa forma, a aquisição de equipamentos para atuar nas OCCA, particularmente quanto aos sistemas de comando e controle cresceram de importância. Neste mesmo contexto, as comunicações satelitais tiveram papel fundamental, sendo empregadas, desde o nível estratégico até o nível tático, integrando elementos de todas as Forças e agências que participaram das recentes operações.

### **2.3 OPERAÇÕES NO AMPLO ESPECTRO DO CONFLITO**

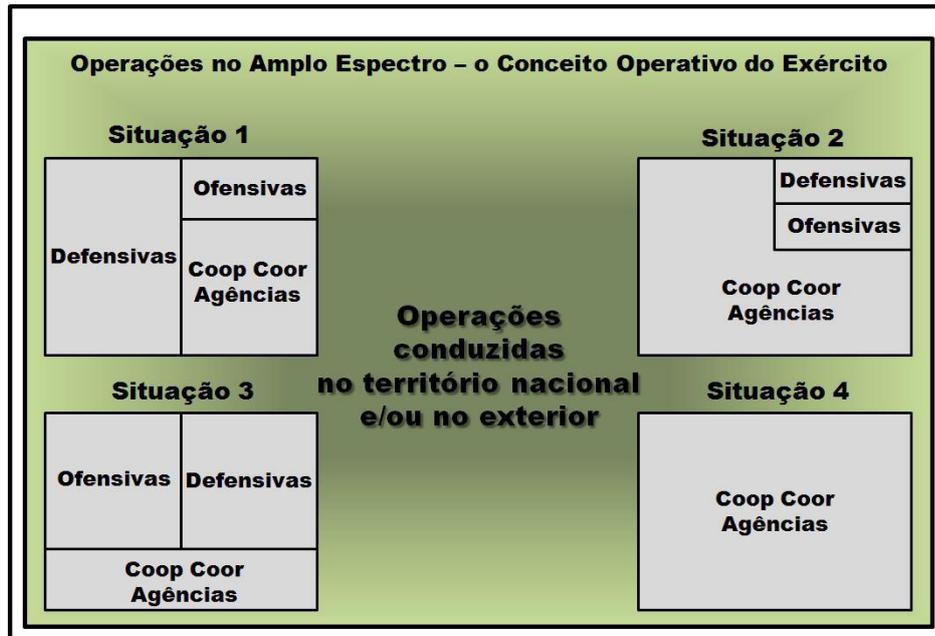
Complementando as informações anteriores e finalizando este capítulo, será abordada a atuação da Força Terrestre no amplo espectro dos conflitos.

Verifica-se que o ambiente de atuação dos exércitos no mundo são cada vez mais de volatilidade, de incerteza, de complexibilidade e de ambiguidade. Esse foi um conceito surgido na década de 90 e que em inglês é conhecido pelo termo V.U.C.A. (*volatility, uncertainty, complexity, ambiguity*).

Dessa forma, nos conflitos atuais, as operações militares serão realizadas em um contexto de amplo espectro que se caracteriza pela combinação, simultânea ou sucessiva, de operações ofensivas, defensivas e de cooperação e coordenação com agências, ocorrendo tanto em situação de guerra quanto em situação de não guerra (BRASIL, 2017).

Cabe ressaltar, que nas operações em amplo espectro, a situação determinará qual será a predominância de uma operação em relação a outra, assim, cada comandante deverá buscar combinar atitudes de acordo as necessidades apresentadas (BRASIL, 2017).

Figura 5: Conceito Operativo do Exército (exemplo de situações)



Fonte: Fonte: Manual EB70-MC10.223. **Operações.**

O espectro dos conflitos perpassa pelos estados de paz, de crise e de guerra, sendo o estado de paz a ausência de lutas ou graves perturbações no âmbito interno e externo de um Estado, o de crise caracteriza-se pelo conflito que rompe com o equilíbrio entre as partes envolvidas e a guerra é o conflito no seu grau máximo de violência (BRASIL, 2017).

No contexto de um conflito, onde implica na aplicação do poder militar para impor a vontade de um Estado a outro, a composição de forças deve ser de tal forma que permita adaptação rápida às mudanças de ambiente.

As operações no amplo espectro dos conflitos podem ser desenvolvidas em áreas geográficas distintas e com diversas missões e tarefas, trazendo grandes desafios aos comandantes terrestres na condução das atividades militares (BRASIL, 2017).

Assim, o sucesso da missão e os objetivos a serem conquistados dependerão da capacidade dos comandantes de conduzir tais operações de uma forma mais abrangente, combinando capacidades e assumindo riscos (BRASIL, 2017).

Na figura 6, pode-se observar uma Força Terrestre Componente, maior escalão no nível tático, composta por duas Divisões de Exército e que realizam diferentes tipos de operações simultaneamente, caracterizando, assim, a combinação de atitudes.



### **3 METODOLOGIA**

Nessa seção, é apresentada a metodologia que será utilizada para desenvolver o trabalho, evidenciando-se os seguintes tópicos: tipo de pesquisa, universo e amostra, coleta de dados, tratamento de dados e limitações do método.

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

Tomando por base os conceitos teóricos apresentados no Manual de Elaboração de Projetos de Pesquisa da Escola de Comando e Estado Maior do Exército (ECEME), a metodologia que será empregada na confecção do trabalho científico será conforme o descrito a seguir. Seguindo a taxonomia de VERGARA (2009), essa pesquisa será qualitativa, pois privilegiará o conhecimento de como ocorrem os fenômenos e quais as suas explicações. Dessa forma, terá como base a pesquisa bibliográfica e documental.

A pesquisa é explicativa porque o autor buscará tornar o assunto o menos complexo possível e bibliográfica porque terá sua fundamentação teórico-metodológica na investigação dos assuntos abordados e na criação do conhecimento disponíveis em livros, manuais, artigos e redes eletrônicas de acesso livre ao público em geral. Na parte documental, o trabalho utilizará de documentos de trabalhos e relatórios disponíveis para consultas públicas.

#### **3.2 UNIVERSO E AMOSTRA**

O universo do presente estudo são os sistemas de comunicação por satélite.

As amostras que serão utilizadas são os principais equipamentos satelitais encontrados nas organizações militares (OM) do Exército, em particular, as OM de comunicações. Será considerado o emprego desses meios nas operações militares básicas, atentando para o desempenho, nível de importância e suficiência dos meios empregados.

### **3.3 COLETA DE DADOS**

A coleta de dados do presente trabalho de conclusão de curso dar-se-á por meio da coleta na literatura e pesquisa documental, podendo incluir consultas a militares especializados. Nessa oportunidade, serão levantadas as fundamentações teóricas para a comprovação ou não da hipótese levantada.

Essa pesquisa iniciar-se-á com uma pesquisa bibliográfica na literatura (livros, manuais, revistas especializadas, jornais, artigos, anais de congressos, internet, teses e dissertações) com dados pertinentes ao assunto. Nessa oportunidade, serão levantados os fundamentos e características do funcionamento dos Sistemas de Comunicação por Satélite, além de se verificar a sistemática de utilização desses meios no âmbito do Ministério da Defesa e em particular no Exército Brasileiro.

Em prosseguimento, utilizar-se-á a pesquisa documental nos arquivos do EB, mais especificamente no Comando de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (CCOMGEX), relatórios de experimentações doutrinárias das organizações militares de comunicações, além de relatórios e documentos sobre os meios satelitais disponíveis no âmbito das Forças Armadas e o seu emprego em operações.

### **3.4 TRATAMENTO DOS DADOS**

O método de tratamento de dados que será utilizado no presente trabalho será a análise de conteúdo no qual serão realizados estudos de textos, documentos, e os significados das informações.

### **3.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO**

A metodologia em questão possui limitações, particularmente, quanto à profundidade do estudo a ser realizado, pois não contempla, 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 pouco tempo, os métodos escolhidos estão adequados e possibilitará o alcance dos objetivos propostos.

## **4 SISTEMAS DE COMANDO E CONTROLE**

### **4.1 SISTEMA MILITAR DE COMANDO E CONTROLE**

O Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC<sup>2</sup>) é um conjunto de instalações, equipamentos, sistemas de informação, comunicações, doutrinas, procedimentos e pessoal essenciais para o comando e controle, em nível nacional, visando atender às necessidades decorrentes do preparo e do emprego das FA (BRASIL, 2016).

Ainda, conforme o manual MD31-S-02, a Rede Operacional de Defesa (ROD) é a infraestrutura por meio da qual o Ministério da Defesa, em especial o Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA), provê a capacidade do Comandante Supremo exercer o Comando e Controle sobre os meios empregados, além de permitir que o Ministério da Defesa conduza o preparo das Forças (BRASIL, 2016).

Tanto o SISCOMIS, que é a base da Rede Operacional de Defesa, quanto a própria ROD são partes integrantes do SISMC<sup>2</sup> e garantem a cadeia de comando da Estrutura Militar de Defesa o estabelecimento de ligações de voz, dados e imagens, integrando e assegurando o fluxo de informações entre os Centros de Comando e Controle do SISMC<sup>2</sup> (BRASIL, 2016).

A ROD é a fornecedora dos enlaces de comunicações de dados militares operacionais, está estruturada com conectividade segregada e diversificada, por meio do SISCOMIS, seu principal canal de tráfego de dados, das redes de dados das FA e da Internet sendo concebida para prover às operações, conjuntas ou singulares uma série de serviços de Tecnologia da Informação e da Comunicação (BRASIL, 2016).

### **4.2 SISTEMA DE COMUNICAÇÕES MILITARES POR SATÉLITE (SISCOMIS)**

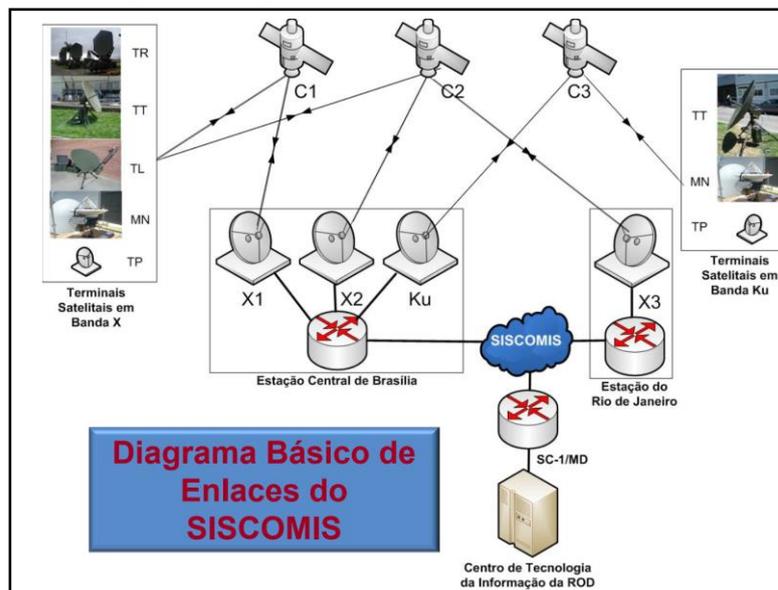
O SISCOMIS é o principal canal de comunicação de dados militares operacionais. Trata-se de uma infraestrutura de Tecnologia da Informação (TI) completa para enlaces digitais, por meio dos satélites de comunicações e de enlaces terrestres. É responsável por prover a conectividade segregada necessária para o estabelecimento de ligações de voz, dados e imagens que integrem e assegurem um fluxo de informações entre os Centro de Comando e Controle (CC<sup>2</sup>) do Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC<sup>2</sup>), permitindo

sua interligação para atendimento às necessidades das operações conjuntas e singulares de interesse do MD (BRASIL, 2016).

O SISCOMIS permite a interoperabilidade entre o Centro de C2 do MD (CC2MD) e os Centros de C2 das três FA. Cabe a Subchefia de Comando e Controle (SC-1) do MD a responsabilidade pela manutenção do SISCOMIS e o gerenciamento da utilização do sistema nas operações conjuntas e singulares das FA.

O segmento espacial do SISCOMIS operou, até o ano de 2017, por meio, exclusivamente, de contratos de uso de transponders embarcados nos satélites Star One C1 e C2, e no satélite Star One C3, sendo os dois primeiros na banda X e o último na banda Ku. Atualmente o SISCOMIS conta com o Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), que é totalmente controlado pelo Brasil, como será mostrado na sequência do trabalho (DEMENICIS, 2018).

Figura 7: Diagrama básico de enlaces do SISCOMIS



Fonte: Silva (201?)

O segmento espacial do SISCOMIS possui uma topologia em estrela, permitindo o enlace via satélite de todos os terminais satelitais a uma das estações terrenas que compõem o sistema.

O segmento terrestre do SISCOMIS é composto de circuitos de enlace de dados digitais ponto a ponto full duplex (radioenlaces, fibra óptica - proprietária e contratada, cabeamento UTP, entre outros), com capacidade de transmissão

garantida e simétrica. Emprega protocolos comerciais, tal como o *Internet Protocol* (IP), para interligar os principais pontos de presença do SISCOMIS, no Brasil e no exterior, possuindo conectividade com as redes de dados das Forças Armadas. O SISCOMIS possui duas Estações de Serviço (*hubs*) compondo o segmento terrestre: a Estação Central de Brasília (ECB), no Distrito Federal; e a Estação do Rio de Janeiro (ERJ), na Ilha do Governador no Rio de Janeiro (BRASIL, 2016).

De acordo com os planejamentos realizados e mediante coordenação do EMCFA, recursos do SISCOMIS poderão ser adjudicados aos Comandos Operacionais ativados que os empregarão de acordo com as suas necessidades

Os terminais satelitais do SISCOMIS, visando prover flexibilidade de emprego, podem ser: portáteis (TP), leves (TL), transportáveis (TT), rebocáveis (TR), fixos, veiculares, móveis navais (MN), móveis aeronáuticos, móveis terrestres e móveis submarinos, conforme figura 8 (BRASIL, 2016).

Figura 8: Terminais do SISCOMIS



Abaixo, é possível ver uma solução de terminal portátil do SISCOMIS, ainda na fase de testes, que poderá dar grande flexibilidade de uso por tropas de nível companhia e inferiores.

Figura 9: Terminal portátil do SISCOMIS



Fonte: Cotter (2018)

Os terminais do SISCOMIS, também conhecidos como ETT (estações táticas transportáveis), são empregados de acordo com a missão e o escalão a ser apoiado. No Exército Brasileiro (EB) os terminais transportáveis e leves são mais comuns e estão presentes, em sua maioria, nas Companhias e Batalhões de Comunicações para apoiar, normalmente as Grandes Unidades e os Grandes Comandos do EB. O quadro 2 mostra algumas das características dos equipamentos satelitais.

Tabela 2: Dados técnicos dos Terminais do SISCOMIS

ETT	Capacidade máxima de transmissão (Mbps)	Locais de emprego	Diâmetro típico das antenas (metros)	Massa (kg)
TR	10	Grandes Comandos ou <i>hub</i> local	2,4 a 4,5	3.500
<i>Fly-away</i> (TT)	2	Níveis Brigada e Batalhão	1,6 a 2	500
TL	1	Níveis Brigada e Batalhão	1,1 a 1,4	200
MN	1	Embarcações de médio e grande porte	1 a 1,6	-
TP	0,128	Nível Companhia e Pelotão	0,6 a 0,9	30

Fonte: DEMINICIS, 2018

### 4.3 SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES ESTRATÉGICAS (SGDC)

Conforme o relatório do Grupo de Trabalho Interministerial MD (Ministério da Defesa)/MC (Ministério das Comunicações), de 08 de junho de 2011, a situação das comunicações governamentais por satélite era a seguinte:

- O Ministério das Comunicações alugava da empresa Star One (Embratel) sete transponders na Banda Ku, permitindo atender cerca de treze mil pontos, no âmbito do Programa Governo Eletrônico Serviço de Atendimento ao Cidadão - GESAC. Entretanto, o GESAC precisava de mais treze transponders em banda Ku para atender a demanda reprimida da época, o que já não era possível em razão da falta de capacidade satelital disponível.

- O Ministério da Defesa, para seu Sistema de Comunicações Militares por Satélite - SISCOMIS, alugava da Star One, em cada um dos dois Satélites C1 e C2, um transponder em banda X. Os satélites ocupam as posições 65°W e 70°W, respectivamente, sendo sua cobertura capaz de abranger a América do Sul, América Central e Parte do Atlântico Sul

- Os satélites utilizados pelo SISCOMIS eram de uma série inicialmente composta pelos satélites A1 e A2, lançados pela Empresa Embratel, nos anos de 1984 e 1985. Ao término de suas vidas úteis foram substituídos pelos satélites B1 e B2, também da Embratel, que à época era uma empresa estatal.

- Em 2007 e 2008, respectivamente, os satélites C1 e C2 substituíram os anteriores, lançados agora pela empresa STAR ONE, subsidiária da Embratel, que havia sido privatizada em 1998. A STAR ONE é uma empresa brasileira, de capital controlado por grupo mexicano, o Estado Brasileiro não controlava a gestão/manobra dos satélites, onde se encontravam os transponders alugados para as comunicações militares satelitais brasileiras.

- Todas as necessidades de capacidade satelital do Estado Brasileiro eram dependentes de satélites operados por empresas controladas por capital estrangeiro.

- Os satélites C1 e C2 eram de uso comercial e não são destinados especificamente para uso militar prioritário. Deste modo, a potência da Banda X era reduzida, o que impedia o uso de terminais com pequenos diâmetros de antena,

como os portáteis e os de submarino (cerca de 20 cm). Não permitia, também, mais de 20 terminais por transponder ao mesmo tempo, o que reduzia o número máximo de usuários.

Diante das conclusões apresentadas pelo relatório, o governo brasileiro através do Decreto nº 7.769 de 28 de junho de 2012, criou o projeto do Sistema de Satélites Geoestacionários de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), e estabeleceu dois objetivos, quais sejam: tornar o Brasil independente quanto ao controle e transporte das informações estratégicas de governo, provendo o Estado Brasileiro de um recurso de telecomunicações dedicado, utilizando as bandas X e Ka; e permitir o atendimento do Plano Nacional de Banda Larga (PNBL) em âmbito nacional, através da banda Ka, disponibilizando o atendimento de usuários localizados em áreas remotas, de fronteiras e em plataformas de petróleo. (PINHO, 2016).

No campo militar, o SGDC passou a integrar o SISCOMIS em 2017, quando o controle total do satélite, ou seja, a plataforma dos subsistemas do satélite e a carga útil de comunicações, nas bandas Ka e X, passou da fabricante francesa Thales Alenia Space (TAS) para os técnicos e especialistas brasileiros da TELEBRAS e das Forças Armadas. Esse satélite geoestacionário foi posicionado pela TAS em sua localização definitiva em longitude no meridiano 75° W, a uma altitude de 35.865 km da superfície da Terra (DEMENICIS, 2018) (Figuras 10 e 11).

Atualmente, o controle da posição orbital do SGDC é compartilhado entre o Ministério da Defesa e a Telebras, contando com militares da Força Aérea Brasileira (FAB), da Marinha do Brasil (MB) e do EB. O controle dos *transponders* do SGDC na banda X, é realizado pelo MD e os da banda Ka pela Telebras.

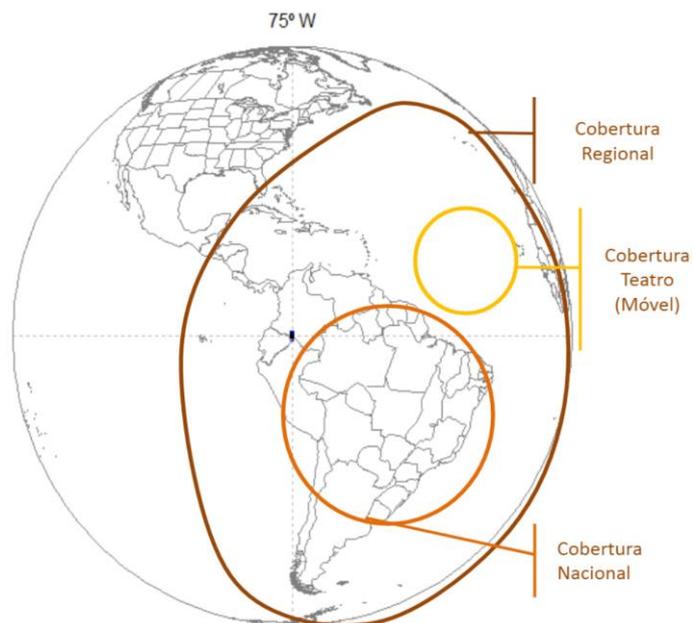
Segundo HOREWICZ, o SGDC possui três possibilidades de cobertura do sinal em banda X, uma nacional, cobrindo todo o Brasil, uma regional, cobrindo a América do Sul, Caribe, Oceano Atlântico e Antártica e um de Teatro, ou seja, direcionável, capaz de cobrir, em formato de círculo com raio de 1.500 quilômetros, qualquer parte do globo terrestre. A existência de uma cobertura do tipo teatro permite ao Brasil empregar a cobertura de seu satélite para um local onde esteja sendo empregada uma Força de Paz, em qualquer parte do mundo.

Figura 10: O ponto vermelho indica a posição do SGDC



Fonte: DEMENICIS, 2018

Figura 11: Cobertura do SGDC



Fonte: HOREWICZ, 2014

#### 4.4 SATÉLITES DE COMUNICAÇÃO DE USO COMERCIAL

Apesar da existência dos terminais do SISCOMIS para a utilização nas operações militares, o uso do sistema civil de comunicação satelital é cada vez

mais comum nas Unidades do Exército Brasileiro. Entre os principais motivos para a contratação dos serviços comerciais de comunicação satelital, estão: a falta de equipamentos suficientes para atender a demanda em algumas operações; o tamanho dos terminais, pois não há equipamentos do tipo *handheld*<sup>3</sup> ou veiculares; e a incapacidade de operação em movimento dos terminais do SISCOMIS estão

Dessa forma, como forma de complementar o sistema militar de comunicações são utilizados os serviços satelitais de comunicações comercial nas operações militares.

As comunicações comerciais por satélite oferecem a possibilidade da utilização de serviços altamente móveis de voz, de dados e de localização, com cobertura mundial ou em grande parte do globo, a depender da operadora contratada. Essas capacidades podem ser exploradas pelas tropas do Exército para permitir a troca rápida de informações a longa distância, em locais de difícil acesso, com infraestrutura de comunicações deficiente ou que o sigilo da missão não permita o desdobramento de meios de comunicações convencionais.

Existem algumas empresas que oferecem o serviço de comunicações móveis via satélite e que podem ser aproveitadas para o uso militar, dentre as quais se destacam a Inmarsat, a Iridium e a Globalstar.

O uso de meios satelitais comerciais é relativamente comum em algumas forças armadas do planeta. Os Estados Unidos da América (EUA) possuem alguns documentos que regulam o uso dos meios satelitais comerciais e prevê em sua doutrina o uso destes serviços, como pode ser verificado no manual FM 3-14 *ARMY SPACE OPERATIONS*.

Verifica-se que há a utilização dos serviços da empresa IRIDIUM e INMARSAT como complemento para o sistemas de comunicações militares por satélite dos EUA, conforme pode ser verificado:

*Mobile Satellite Service uses Iridium and Inmarsat services to compliment military SATCOM narrowband services to provide highly mobile communications. Additionally, commercial systems are advantageous to support much of the Army's predictable, wideband fixed SATCOM needs (USA, 2014).*

O Serviço Móvel por Satélite usa os serviços Iridium e Inmarsat para complementar os serviços militares de banda estreita do SATCOM para fornecer comunicações altamente móveis. Além disso, os sistemas

---

<sup>3</sup> Handheld – Equipamento portátil de dimensões semelhantes a um telefone.

comerciais são vantajosos para suportar grande parte das necessidades do SATCOM previsível e de banda larga do Exército (USA, 2014).

Entre as desvantagens para o uso dos sistemas comerciais estão o custo elevado de contratação, o fato dos satélites serem controlados por empresas privadas estrangeiras, a possibilidade de uso do mesmo sistema por parte de forças oponentes e a suscetibilidade de condições atmosférica (característico deste tipo de sistema).

Outra desvantagem é que cada operadora (Globalstar, Iridium e Inmarsat) tem seus próprios planos de serviço, assim é necessário a realização de uma análise dos planos oferecidos que melhor atendam às necessidades das operações, uma vez que os equipamentos satelitais não são intercambiáveis entre as operadoras.

No entanto, a questão da segurança das comunicações, é a que mais pode impactar uma operação. Dessa forma, o planejador do sistema de comunicações deve avaliar a viabilidade do uso desses meios, de modo a não comprometer o cumprimento da missão.

Conforme relatado no manual FM 3 -14, verifica-se que em experiência do emprego das comunicações satelitais comerciais os serviços por vezes não se apresentam confiáveis durante períodos de tensão política ou hostilidades abertas e segundo o referido documento é importante que os requisitos da missão sejam cuidadosamente revisados antes de empregar essas comunicações (USA, 2014).

Serão abordadas, a seguir, as principais características dos serviços prestados pelas principais empresas disponíveis no mercado que comercializam serviços satelitais de voz, dados e geolocalização.

#### **4.4.1 Inmarsat**

A Inmarsat, segundo o site da empresa, é a líder do setor em comunicações via satélite desde 1976. Para conectividade de voz e baixa largura de banda (banda estreita), o Inmarsat IsatPhone (telefone satelital) oferece uma cobertura de comunicações quase global, exceto nas regiões polares, na figura 12 é possível verificar alguns equipamentos da Inmarsat.

A conectividade de banda larga é fornecida através da Rede Global de Banda Larga da Inmarsat BGAN, que suporta acesso simultâneo a dados de voz e banda larga, com velocidades de até 492 kbps (de acordo com o dispositivo).

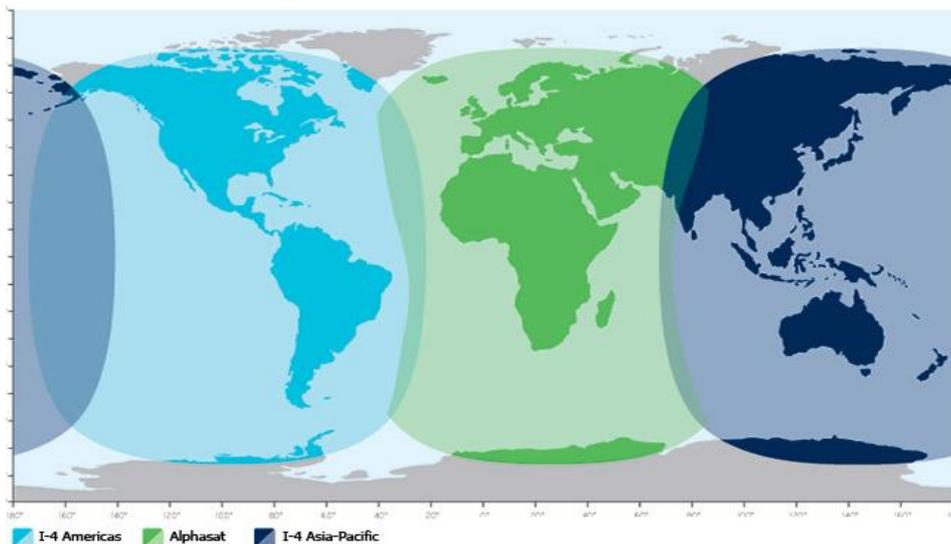
Figura 12: Equipamentos BGAN e IsatPhone



Fonte: [www.inmarsat.com](http://www.inmarsat.com), 2019

A Inmarsat, segundo o site da operadora, opera com 13 satélites em órbita geoestacionários (GEO) a aproximadamente 36.000 Km acima da terra. Os satélites estão posicionados de modo a permitir a cobertura dos oceanos e as principais massas de terra. A cobertura Inmarsat se estende de latitudes de  $-82^{\circ}$  a  $82^{\circ}$ , independentemente da longitude, portanto, latitudes mais altas, como as regiões polares, não são cobertas.

Figura 13: Área de cobertura Inmarsat



Fonte: [www.inmarsat.com](http://www.inmarsat.com), 2019

#### 4.4.2 Iridium

A Iridium é a única rede de satélites comercial que oferece cobertura em 100% do planeta, portanto, a cobertura de comunicação inclui as regiões polares.

A Iridium fornece os serviços de telefone, texto ou dados em qualquer lugar da do globo, com tempos de registro de rede curto e baixa latência de comunicação. O grande número de satélites interligados também facilita a manutenção de uma conexão permitindo utilizar o telefone via satélite em deslocamento.

Antenas externas opcionais e estações de acoplamento podem ser usadas para ampliar a utilidade dos dispositivos para uso dentro de um veículo, embarcação, avião ou instalação.

A constelação Iridium conta com sessenta e seis satélites de órbita terrestre baixa (LEO), sendo a operadora com maior quantidade de satélites em operação.

Segundo o site [bluecosmo.com](http://bluecosmo.com), a cobertura da Iridium é global, no entanto, pode haver limitação de cobertura em países que sofrem embargo dos EUA.

Figura 14: Equipamento e constelação de satélites da Iridium



Fonte: [www.iridium.com](http://www.iridium.com), 2019

#### 4.4.3 Globalstar (e SPOT)

A Globalstar oferece cobertura de voz e dados por satélite na maior parte do mundo desde 1999.

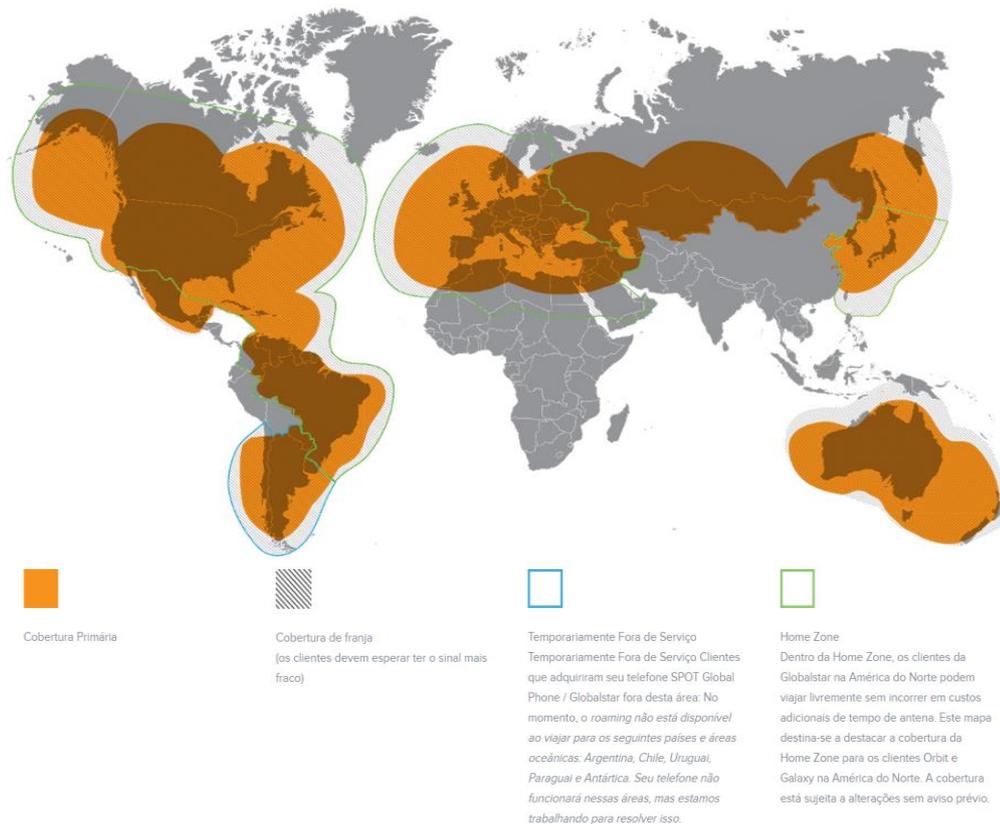
Os satélites de órbita terrestre baixa (LEO) usados no sistema Globalstar permitem boa qualidade das chamadas com baixa latência. Os telefones Globalstar estão entre os menores e mais leves e acessíveis telefones via satélite

disponíveis. Um recurso popular dos telefones Globalstar é que os usuários recebem um número de telefone dos EUA.

Os satélites Globalstar captam sinais de mais de 80% da superfície da Terra, exceto nas regiões polares e algumas regiões do meio do oceano. Sua constelação de segunda geração permite que vários satélites atendam a uma chamada, e isso ajuda a garantir que a chamada não seja interrompida mesmo se um telefone sair de vista de um dos satélites. Assim que um segundo satélite capta o sinal e se conecta com o mesmo gateway terrestre, ele começa a transmitir simultaneamente. Se os edifícios ou terrenos bloquearem o sinal do telefone, essa "transferência suave" (transparente ao usuário) impedirá a interrupção da chamada.

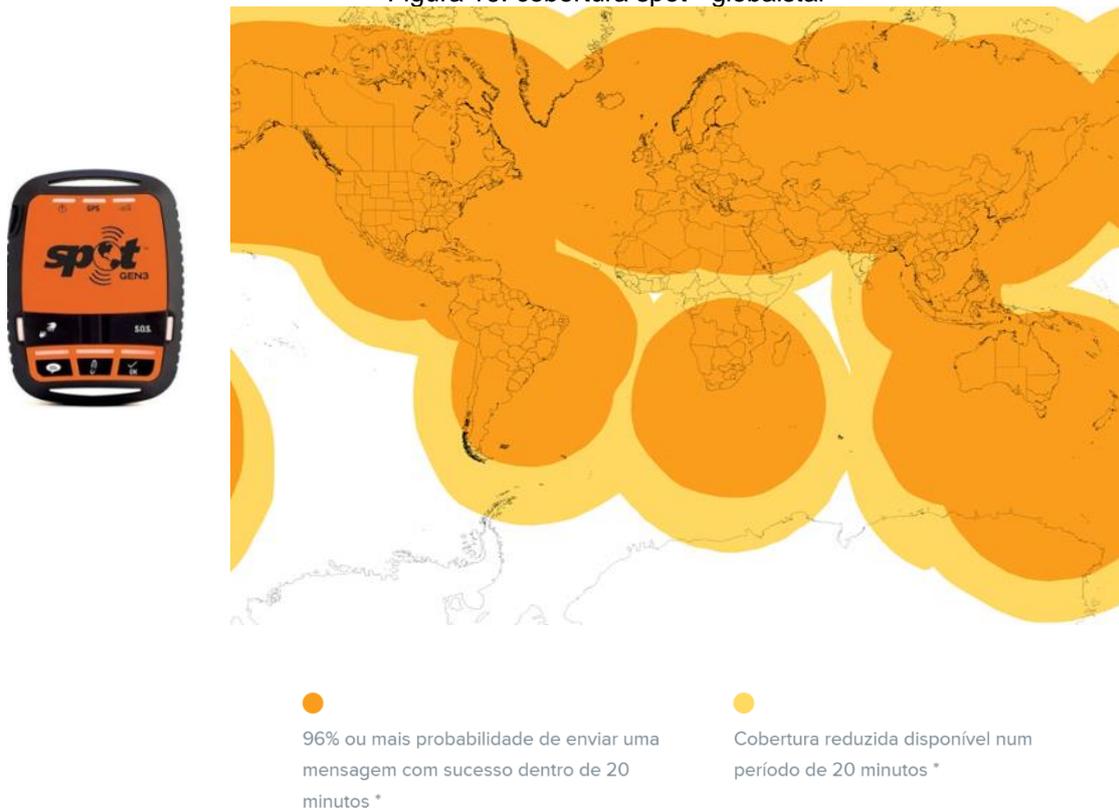
Os dispositivos SPOT, são, basicamente, equipamentos que informam sua localização para uma central (controlada pelo o usuário) e que permite acompanhar em tempo real a posição do aparelho. Esse tipo pode ser utilizado para acompanhamento de tropas em operações. Em seguida, as figuras 15 e 16 mostram a área de cobertura do serviço de voz/dados e de geolocalização oferecido pela empresa.

Figura 15: Cobertura voz/dados globalstar



Fonte: [www.globalstar.com](http://www.globalstar.com), 2019

Figura 16: cobertura spot - globalstar



Fonte: [www.globalstar.com](http://www.globalstar.com), 2019

#### 4.4.4 Quadro comparativo Inmarsat, Iridium, Globalstar

Depois de apresentar as principais características dos serviços prestados pelas empresas mais conhecidas disponíveis no mercado que comercializam serviços satelitais de voz, dados e geolocalização, segue um quadro comparativo resumido realizado pelo site [bluecosmos.com](http://bluecosmos.com).

Algumas informações previstas no referido quadro poderão ser modificadas em breve, tendo em vista que a evolução tecnológica e o investimento que estas empresas realizam em seus sistemas são constantes, no entanto, serve de consulta para o entendimento geral de cada tecnologia disponível.

O planejador do sistema de comunicações de uma operação militar deverá verificar a viabilidade, a necessidade e a finalidade para o qual deve empregar esse recurso. Atualmente, não há restrição para o emprego dos serviços satelitais, cabendo aos comandantes, assessorado pelo oficial de comunicações, definir a utilização deste meio, analisando a missão e os recursos financeiros disponíveis.

Tabela 3: Quadro comparativo Inmarsat, Iridium, Globalstar

Comparação de rede	Inmarsat (IsatPhone)	Inmarsat (BGAN)	Irídio	Globalstar
<b>Cobertura</b>	Quase global (exclui regiões polares)	Quase global (exclui regiões polares)	Global (cobertura completa incluindo as regiões polares e oceanos)	Próximo do global (exclui regiões polares e algumas regiões do meio do oceano)
<b>Número de satélites</b>	3	3	66	48
<b>Tipo</b>	GEO	GEO	LEO	LEO
<b>Latência</b>	Alguma latência	Alguma latência	Menor latência	Menor latência
<b>Velocidade de registro de rede (ideal)</b>	Cerca de 30 segundos	Cerca de 30 segundos	Cerca de 5-10 segundos	Cerca de 5-10 segundos
<b>Conexão de rede afetada pelo clima ou qualidade da chamada?</b>	Não	Não	Não	Não
<b>Verdadeiramente móvel</b>	Não. Uso estacionário com a antena apontada para o equador	Não. Uso estacionário com a antena apontada para o equador	Sim, pode andar e falar usando o telefone	Sim, pode andar e falar usando o telefone
<b>Serviços suportados</b>	Dados de texto por voz Localização GPS SOS botão de alerta e monitoramento	Dados simultâneos de voz, texto e banda larga Localização padrão IP Streaming IP GPS	Dados de texto por voz Localiza ção GPS SOS botão de alerta e monitoramento	Texto de voz (apenas entrada) Localização GPS de dados
<b>Velocidade de dados (até)</b>	9,6 kbps (telefone)	492 kbps (varia de acordo com o dispositivo)	2,4 kbps	9,6 kbps (telefone)

Fonte: www.bluecosmos.com, 2019

## 5 O EMPREGO DOS MEIOS SATELITAIS NAS OPERAÇÕES MILITARES

Os meios satelitais passaram a fazer parte das atividades militares brasileiras a partir da década de 80 e desde então houve um aumento significativo de seu emprego nas operações militares. Concebido inicialmente para o nível estratégico, o SISCOMIS passou a ser fundamental nas aplicações táticas contribuindo para o sucesso das operações em que o Exército Brasileiro participou, particularmente nos últimos quinze anos.

Os chamados grandes eventos foram fundamentais para que houvesse um acréscimo de recursos financeiros destinados a melhorar a infraestrutura de comando e controle das FA e contribuiu para sistematizar o funcionamento dos Centros de Comando e Controle e a forma de atuação das FA em operações interagências<sup>4</sup>.

Os grandes eventos evidenciaram, também, a importância da interoperabilidade<sup>5</sup> dos sistemas de comunicações nas operações envolvendo a Marinha, o Exército, a Aeronáutica e demais órgãos governamentais. Os Jogos Mundiais Militares, realizados em 2011, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas para Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), a Copa das Confederações da FIFA 2013, a Jornada Mundial da Juventude (JMJ), e os dois maiores eventos esportivos no planeta: a Copa do Mundo de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016, no Rio de Janeiro foram impulsionadores do uso dos meios satelitais nas operações.

Além dos eventos citados, cabe destacar que o Exército Brasileiro tem sido rotineiramente empregado nas Operações de Garantia de Lei e da Ordem, principalmente nos Estados do Norte, Nordeste e no Rio de Janeiro.

Cabe destacar que em 2018 houve a decretação pelo governo brasileiro da intervenção federal no Estado do Rio de Janeiro, o que caracterizou-se pelo emprego frequente de tropas do Exército no combate à criminalidade neste Estado e por consequência dos meios satelitais em proveito das operações.

---

<sup>4</sup> Operações Interagências - Interação das Forças Armadas com outras agências com a finalidade de conciliar interesses e coordenar esforços para a consecução de objetivos ou propósitos convergentes que atendam ao bem comum, evitando a duplicidade de ações, dispersão de recursos e a divergência de soluções com eficiência, eficácia, efetividade e menores custos. O mesmo que OPERAÇÕES EM AMBIENTE INTERAGÊNCIAS. (BRASIL, 2015).

<sup>5</sup> Interoperabilidade - Capacidade dos sistemas, unidades ou forças de intercambiarem serviços ou informações ou aceitá-los de outros sistemas, unidades ou forças e, também, de empregar esses serviços ou informações, sem o comprometimento de suas funcionalidades (BRASIL, 2015).

Soma-se a isso a existência dos programas SISFRON (Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras), de responsabilidade do Exército Brasileiro e SisGAAZ (Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul), de responsabilidade da Marinha do Brasil ambos possuem a finalidade de realizar o monitoramento do território brasileiro. O SISFRON é o programa destinado ao monitoramento e proteção dos 17 Mil Km de fronteiras terrestres e o SisGAAZ, destinado a monitorar e proteger a Amazônia Azul<sup>6</sup>. Os dois programas utilizam os meios satelitais, particularmente o SISCOMIS, como ferramenta de comunicação e de monitoramento das áreas sob sua responsabilidade, contribuindo para as operações militares realizadas naqueles locais.

Como já foi abordado neste trabalho, o SISCOMIS teve sua concepção inicial de emprego voltado para o nível estratégico, destinado a prover comunicações estratégicas ao Comando Supremo e demais órgãos da Estrutura Militar de Guerra (EMG), devendo operar desde os tempos de paz.

Com o passar do tempo, as Forças Armadas foram sendo, cada vez mais, empregadas em operações de garantia da lei e em missões de paz, como, por exemplo, no Haiti e no Líbano, o que exigiu sistemas de comunicações que permitissem um maior alcance e disponibilidade em locais remotos ou com pouca infraestrutura de comunicações.

A distribuição de terminais do SISCOMIS para as unidades de comunicações de todo o Brasil permitiu uma maior integração dos sistemas de comunicações táticos ao estratégico, no entanto, os equipamentos desse sistema não são móveis, ou seja, não permitem o emprego em movimento, não há, até o momento, equipamentos suficientes para atender as demandas das organizações militares, bem como o tamanho dos terminais do SISCOMIS não favorecem ao emprego por parte de pequenas frações.

Assim, a aquisição de equipamentos satelitais comerciais por unidades de comunicações e de tropas de emprego especial, como as tropas paraquedistas e de operações especiais, permitiram uma maior consciência situacional dos comandantes e o exercício do comando e controle.

---

<sup>6</sup> Amazônia Azul - Região que compreende a superfície do mar, águas sobrejacentes ao leito do mar, solo e subsolo marinhos contidos na extensão atlântica que se projeta a partir do litoral até o limite da plataforma continental brasileira (BRASIL, 2015).

Atualmente, empresas que operam nas redes da Inmarsat, Iridium e Globalstar, líderes mundiais no mercado de comunicações móveis via satélite, prestam serviços para algumas Unidades do Exército para o atendimento de missões específicas, onde não é possível usar o SISCOMIS. Algumas OM do EB possuem equipamentos compatíveis com a tecnologia dessas redes, o que facilita a contratação dos serviços fornecidos por empresas do ramo. Cabe destacar que os custos para utilização desses serviços são elevados e requerem disponibilidade de recursos financeiros e planejamento antecipado de utilização des(se sistema.

Os equipamentos satelitais disponíveis para operar com as empresas prestadoras desses serviços são de fácil instalação, leves e ocupam pouco espaço. Os serviços disponíveis incluem o acesso à internet, telefonia, transmissão de mensagens do tipo SMS e geolocalização, sendo assim de grande importância em determinadas operações.

No Comando Militar da Amazônia (CMA) é comum a contratação de serviços de localização, através da utilização de equipamentos capazes de realizar o rastreamento de tropas, embarcações, viaturas e aeronaves, o que colabora com a consciência situacional do Comandante. Trata-se de equipamento de tamanho reduzido, de fácil transporte e utilização e que auxiliam sobremaneira as operações em curso naquele Comando Militar de Área.

É importante ressaltar que até mesmo países com grande poder econômico e militar por vezes fazem uso desta tecnologia para o cumprimento de suas missões. É o caso do Exército Americano, por exemplo, que prevê, em sua doutrina, o uso de comunicações comerciais via satélite.

Uma das formas de incrementar o uso de meios satelitais pelo Exército Brasileiro seria a contratação de serviços de voz, dados e geolocalização por satélite fornecidos por empresas especializadas como as mostradas anteriormente neste trabalho. Cada uma das empresas apresenta aspectos que podem ser aproveitados pelo Exército, de acordo com a necessidade das missões.

A contratação poderia ser de forma centralizada, para diminuição de custos, e sob a forma de comodato, pois evitaria a aquisição de equipamentos das empresas que, passados alguns anos, poderiam estar obsoletos ou desatualizados. Dessa forma, garantiria para a tropa o emprego de equipamentos

dotados de tecnologia modernas, além de não ser preciso custear a manutenção de tais equipamentos.

## 5.1 CARACTERÍSTICAS DO EMPREGO DO MEIO SATELITAL EM AMBIENTES NATURAIS

Como foi possível ver ao longo deste trabalho, os equipamentos satelitais utilizam o espectro eletromagnético para a transmissão de informações, logo, de uma forma bastante simples, o satélite nada mais é do que um repetidor localizado no espaço que confere às estações terrenas grande alcance nas transmissões, permitindo o tráfego de voz, dados, imagens e localização. Esse sistema confere grande mobilidade às estações terrenas, sejam elas instaladas em viaturas ou transportadas por militar.

O correto emprego do meio satelital depende das características do ambiente no qual será utilizado e no tipo de operação militar. Dessa forma, na sequência deste capítulo, serão identificados os principais ambientes brasileiros que influenciam no emprego dos equipamentos via satélite e o que pode ser explorado desses meios nas operações militares básicas.

As características de uso deste tipo de equipamento assemelham-se aos dos rádios das faixas de frequência em VHF/UHF, bastante comuns nas tropas do Exército. O meio satelital, por ter uma faixa de frequência de propagação em GHz, possui pequeno comprimento de onda e necessidade de maior diretividade dos enlaces, além disso, o fato do satélite (repetidor) encontrar-se em grandes altitudes torna o enlace mais suscetível às condições atmosféricas.

Dessa forma, locais onde a incidência de chuva e nebulosidades são frequentes prejudicam as comunicações via satélite, assim como qualquer tipo de condição climática que possa acarretar um bloqueio ou atenuação das ondas eletromagnéticas entre as estações terrenas e o satélite também irá inevitavelmente causar danos às comunicações.

Os enlaces satelitais devem priorizar locais livres de obstáculos entre a estação terrena e o satélite, ou seja, a condição ideal é que haja visada direta entre as estações. Assim, estar no interior de edificações, em instalações subterrâneas (túneis,

metrô etc.) e debaixo de árvores, por exemplo, dificultará ou impedirá o funcionamento desse meio.

Conforme já mostrado neste trabalho, os satélites de órbita baixa localizam-se abaixo dos 36000 Km e fazem uma trajetória em volta da Terra. Os sistemas satelitais de órbita baixa são constituídos de uma constelação de satélite, permitindo a disponibilização de serviços ininterruptos de comunicações, sem a necessidade da estação terrena realizar apontamentos de antenas para o satélite, tendo em vista que os satélites estão em constante deslocamentos, dessa forma a estação terrena apenas aguarda o posicionamento mais adequado da constelação, o que permite a utilização dos terminais em movimento (BRASIL, 1997b).

Os satélites geoestacionários estão localizados em posições fixas conhecidas e as estações terrenas necessitam realizar apontamentos das antenas para o local onde se encontra para que possa estabelecer o enlace. Dessa forma, para cada posição do globo há necessidade que a estação terrestre realizar um apontamento diferente.

### **5.1.1 Áreas rurais**

Nas áreas rurais, as comunicações por satélite sofrem pouca perturbação, normalmente, essas áreas caracterizam-se por baixo nível de ruído em praticamente todas as faixas de frequência, bem como a quase ausência de grandes instalações ou edificações, facilitando o estabelecimento dos enlaces.

A vegetação de maior porte deve ser evitada, assim como linhas de alta tensão, pois podem atenuar o sinal entre a estação terrena e o satélite.

Normalmente essas áreas não oferecem serviços de dados adequado e, por vezes, esse tipo de serviço é inexistente, dessa forma a utilização de meios satelitais poderá garantir o acesso aos serviços de voz, dados, imagens e serviços de geolocalização.

### **5.1.2 Áreas urbanas**

As áreas urbanas, normalmente, oferecem uma maior disponibilidade de meios de comunicações, dessa forma deve ser estudada a real necessidade de utilização de equipamentos satelitais, tendo em vista o custo para emprego deste tipo de tecnologia

e a priorização para emprego desses meios para outras tropas com maiores necessidades.

Os enlaces por satélite em área urbana podem estar limitados devido a existência de edificações e pela presença de altos níveis de ruído causados pelo uso intenso do espectro eletromagnético em todas as faixas de frequência.

A faixa de frequência dos meios satelitais, por vezes, são as mesmas utilizadas em *links* microondas, assim deve-se buscar locais afastados desses equipamentos (BRASIL, 1997b).

Em caso de necessidade de apontamento de antenas, e da existência de muitos edifícios, pode ser necessário instalar a antena no alto de edifícios, evitando atenuação do sinal e livrando-se de possíveis interferências.

Quando no interior de edificações, no caso de estar utilizando telefones satelitais ou ainda de equipamentos de geolocalização, deve-se procurar, preferencialmente, os locais mais próximos às aberturas, como portas e janelas, para facilitar o estabelecimento dos enlaces.

### **5.1.3 Áreas montanhosas**

As áreas montanhosas, assim como as áreas rurais, normalmente apresentam baixo nível de ruído, assim, os maiores problemas para o estabelecimento dos enlaces estão quanto a observância do posicionamento das antenas e direcionamento para o satélite. Deve-se evitar, sempre que a situação permitir, os vales e locais de grandes depressões.

Os meios satelitais portáteis permitem maior flexibilidade de atuação por permitir uma comunicação de fácil e rápida instalação e com maior probabilidade de sucesso, se comparada as comunicações rádio VHF, neste tipo de ambiente.

Este ambiente também pode conter vegetação densa e formação de nuvens que podem prejudicar o estabelecimento dos enlaces.

Nestas áreas, a utilização de serviços de geolocalização é ideal para garantir ao comandante e a tropa em atuação uma maior consciência situacional e maior confiabilidade quanto as rotas a serem seguidas.

#### 5.1.4 Áreas de floresta

Em áreas de floresta o principal fator de perturbação no estabelecimento dos enlaces por meio satelital é a atenuação pela vegetação. O meio satelital confere grande flexibilidade para as tropas que operam no ambiente de selva, principalmente os equipamentos portáteis, conferindo serviços de dados, telefonia e localização que são fundamentais para a atuação neste tipo de ambiente.

A mata densa é um limitador para o estabelecimento das ligações com o satélite, havendo a necessidade de sua utilização em clareiras ou nas calhas dos rios. Além disso, as condições meteorológicas adversas podem afetar a propagação de ligações de qualquer banda por satélite, sendo a atenuação por chuva ou nuvem as mais significativas. O uso de terminais satelitais apropriados para uso em embarcações garante flexibilidade e continuidade das comunicações durante os deslocamentos pelo modal fluvial.

Equipamentos com tecnologia de geolocalização possibilitam compartilhar a posição geográfica dos elementos que se deslocam por estradas ou rios com relativa facilidade e precisão, contribuindo para a manutenção do comando e controle.

### 5.2 EMPREGO DOS MEIOS SATELITAIS NAS OPERAÇÕES DEFENSIVAS

Nas operações defensivas há dois tipos de operações com características distintas que impactam no estabelecimento do sistema de comunicações: a defesa em posição e o movimento retrógrado.

Na defesa em posição, normalmente, há uma maior estabilidade das ações militares o que favorece o estabelecimento dos meios de comunicações físicos os quais permitem uma maior segurança das comunicações. Nas ações dinâmicas de defesa o meio rádio é um dos meios de comunicações mais usados (BRASIL, 1997a).

Quando a atitude defensiva é adotada em um curto espaço de tempo, os meios de Comunicações instalados inicialmente serão suplementados à medida que o tempo e a situação tática permitirem, neste caso o emprego de equipamento via satélite estará vocacionado para as ligações onde se exigem uma maior distância para o estabelecimento do enlace. Nesse sentido, seria adequado o uso de equipamentos satelitais para os enlaces no nível brigada e superiores. Os terminais transportáveis e

leves do SISCOMIS oferecem as melhores condições para fornecer os serviços de voz e dados de forma rápida e segura para estas operações.

Cabe destacar que os Postos de Comando Tático (PCT) podem ser mobiliados com terminais portáteis ou até transportáveis do SISCOMIS, no entanto, os equipamentos satelitais de uso comercial podem favorecer a mobilidade dos PCT, tendo em vista, a possibilidade de dispositivos moveis que podem ser empregados em movimento. Obviamente, questões relacionadas à segurança das informações, quando do uso desta tecnologia, devem ser observadas.

À medida que a posição defensiva é abordada pelo inimigo, diminui a necessidade de sigilo, particularmente por parte dos elementos de primeiro escalão, podendo-se então empregar prescrições menos restritivas, o que envolve o emprego dos meios satelitais que podem estar enquadrados nas mesmas características dos meios rádio, no entanto de uma forma bastante peculiar, tendo em vista as particularidades desse equipamento, como potência, faixa de frequência, características de propagação, conforme já abordado em capítulos anteriores deste trabalho.

Havendo disponibilidade de tempo e meios, a conexão de dados satelitais pode ser distribuída no terreno por meio de roteadores *wifi*, de modo a permitir o uso de tecnologias como a de telefonia de Voz sobre IP (VOIP) e compartilhamento de dados, vídeos e imagens em tempo real, facilitando o Comando e Controle e incrementando a consciência situacional no campo de batalha.

Nos movimentos retrógrados a qual é realizado um movimento tático a retaguarda ou para longe do inimigo por parte das tropas amigas, o planejamento das comunicações deve considerar algumas peculiaridades, tais como: a mobilidade e a descentralização da operação o que dificulta a continuidade do sistema de comunicações (BRASIL, 1997a).

A forma como o sistema de comunicação satelital pode ser empregado na defesa em posição, também é válida para os movimentos retrógrados, devendo ser levado em conta a mobilidade que este tipo de operação requer.

Assim, nesses movimentos, há uma grande aceitabilidade para utilização de meios satelitais uma vez que, em muitos casos, as grandes distâncias, bem como a velocidade das operações poderá acarretar grandes dificuldade para o estabelecimento dos enlaces por rádio.

A forma descentralizada que as tropas poderão retrair também cria a necessidade de haver sistemas para geolocalização das tropas, uma vez que os reforços ou necessidades logísticas, necessariamente, deverão conhecer o posicionamento preciso das tropas que realizam os movimentos retrógrados, além de permitir ao comandante intervir no combate com maior consciência situacional, auxiliando-o no processo decisório.

Há de ser observada, ainda, a correta exploração dos meios satelitais atentando para os aspectos relacionados às Medidas de Proteção Eletrônica (MPE), que são fundamentais para permitir o uso da tecnologia.

De maneira geral, nas Operações Defensivas, o sistema de comunicações prioriza a utilização de meios físicos uma vez que é um meio mais seguro e discreto do que o rádio ou equipamentos satelitais. No entanto, as condições levantadas anteriormente podem influir decisivamente no campo de batalha o que cresce de importância a disponibilidade de recursos que tenham a capacidade de serem rastreados e de ligar-se em grandes distâncias permitindo flexibilidade para o sistema de comunicações, como o SISCOMIS ou os serviços comerciais via satélite.

### 5.3 EMPREGO DOS MEIOS SATELITAIS NAS OPERAÇÕES OFENSIVAS

Nas operações ofensivas as ações são mais dinâmicas, calcadas no movimento e na manobra para cerrar sobre o inimigo para destruí-lo ou neutralizá-lo e que exigem um sistema de comunicações flexível e eficiente. Neste tópico será abordado o emprego dos meios satelitais nas operações ofensivas destacando os seguintes tipos de operações: a marcha para o combate, o ataque, o aproveitamento do êxito e a perseguição.

Na marcha para o combate há um movimento tático na direção do inimigo, a fim de obter o contato para conquistar vantagens que irão facilitar as operações subsequentes (BRASIL, 2017).

O manual C11-1, Emprego das Comunicações, traz algumas particularidades para as comunicações na marcha para o combate dentre as quais a de ter sistema de comunicações extremamente flexível e permitir a continuidade do sistema. Dessa maneira, os meios satelitais ganham grande destaque uma vez que cumpre esses requisitos além de poderem ser móveis o que permite a instalação em viaturas e operação em movimento. Os Centros de Comunicações são mantidos embarcados em

viaturas em condições de serem utilizados durante os deslocamentos e quando estiverem nos grandes altos.

Os meios satelitais são capazes de fornecer a possibilidade de integração entre os diversos escalões, particularmente o SISCOVIS que já estão presentes em grande parte das unidades de comunicações responsáveis pelo estabelecimento do sistema de comunicações das Grandes Unidades e Grandes Comandos Operativos.

A Consciência situacional do Comando pode ser facilitada pela complementação da utilização de equipamentos de geolocalização e de comunicações móveis de uso comercial.

O meio satelital permitirá o incremento da transmissão de dados que combinados com a criptografia dos arquivos e mensagens transmitidas oferecem boas condições para a segurança das comunicações.

Cabe destacar que em virtude de longas distâncias que pode haver neste tipo de operação, a modalidade satelital é capaz de garantir esses enlaces de uma forma relativamente rápida e confiável. Obviamente, por se tratar de um meio de comunicações que depende das condições do espectro eletromagnético, as condições atmosféricas e o ambiente operacional impactarão no emprego efetivo destes meios. Dessa forma, cabe ao planejador do sistema de comunicações o estudo detalhado para planejar o emprego do equipamento satelitais e quais serviços devem ser ativados dependendo da missão a ser cumprida.

O ataque caracteriza-se por ter como objetivo derrotar, destruir ou neutralizar o inimigo, podendo ser de dois tipos: coordenado e de oportunidade. O que difere um do outro é o tempo disponível para planejamento, preparação e execução antes de sua execução. A força atacante deve buscar a superioridade de meios, assim possuir mais meios eficientes de comando e controle trará relativa vantagem a força atacante.

Nesse sentido cresce de importância a possibilidade do emprego de meios via satélite, uma vez que esse meio poderá garantir a continuidade do sistema bem como incrementar o serviço de voz, dados e imagens. Esses serviços poderão ser continuamente explorados durante os deslocamentos dos postos de comando para as próximas fases da manobra. O planejamento do emprego dos meios satelitais deve ser detalhado, tendo como objetivo permitir a manutenção da consciência situacional do comandante.

Dessa forma, tropas que estão em contato com inimigo poderão fornecer imagens, vídeos e posicionamento das forças amigas e inimigas através de meios

satelitais, pois este recurso possui capacidade para realizar essas atividades.

É evidente que no campo de batalha haverá diversos outros meios capazes de transmitir voz, dados e imagens, como por exemplo o próprio rádio de campanha. No entanto, na modalidade satelital há uma maior capacidade em relação a largura de banda permitindo maior fluxo de dados, bem como um alcance maior pode ser atingido.

O Posto de Comando Tático (PCT) cresce de importância no ataque coordenado, uma vez que permite ao comandante o acompanhamento mais cerrado das operações no campo de batalha. Com a progressão do ataque e o transcurso das ações, a mobilidade, a rapidez de instalação e o alcance dos meios de comunicações se tornam fundamentais para o sucesso da missão. O meio satelital pode ser amplamente utilizado, tendo em vista, as possibilidades deste meio.

O aproveitamento do êxito e a perseguição segue-se a um ataque exitoso e procuram desorganizar o inimigo e destruí-lo. Dessa maneira, há um aumento significativo no ritmo das operações, exigindo sistemas de comunicações altamente flexíveis para manter a continuidade das ligações e proporcionando consciência situacional e auxiliando na rapidez da tomada de decisão.

Assim como foi explorado na marcha para o combate, muitas vezes os centros de comunicações serão móveis e deverão operar em deslocamento, da mesma forma as distâncias poderão ser muito alongadas o que prejudicará até mesmo o emprego de meios rádio que poderá ter a necessidade de instalação de repetidoras no terreno reduzindo a velocidade dos deslocamentos. Dessa forma, a modalidade satelital poderá ser de grande importância para o prosseguimento das ações permitindo a continuidade das comunicações enquanto outros meios são realocados e preparados.

#### 5.4 EMPREGO DOS MEIOS SATELITAIS NAS OPERAÇÕES COORDENAÇÃO E COOPERAÇÃO COM AGÊNCIAS (OCCA)

Nos últimos anos o EB vem participando ativamente das Operações de Cooperação e Coordenação com Agências, que incluem diversas outras operações como as de garantia da lei e da ordem, subsidiárias, de garantia dos poderes constitucionais, entre outras, conforme já tratadas neste trabalho.

Nas Operações de Cooperação e Coordenação com Agências, deve-se buscar sistemas de comunicações capazes de integrar as diversas agências, garantir ainda a confiabilidade, a continuidade e a segurança das ligações.

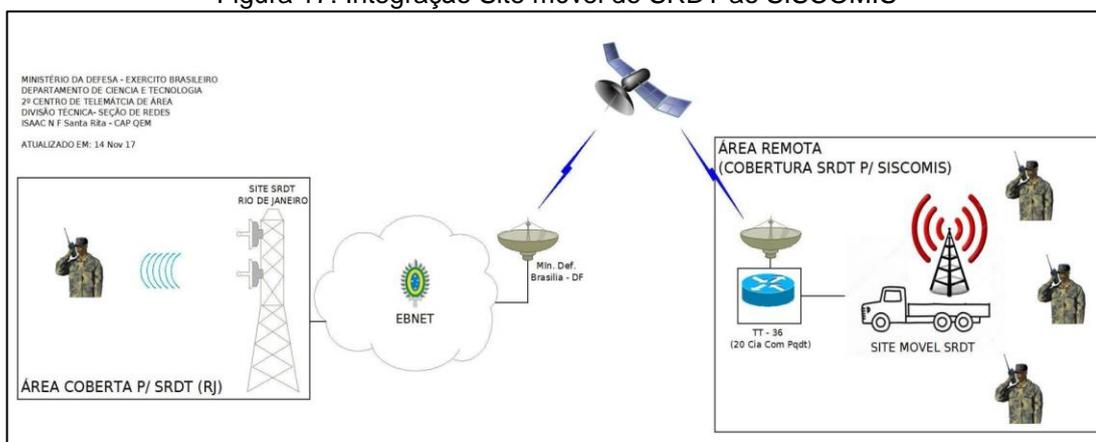
Os Centros de Comunicações são estabelecidos, normalmente em Centros de Comando e Controle Integrado ou Centro de Operações que existem nos diversos Comandos Militares de Área, esses espaços oferecem uma infraestrutura preparada para conduzir as operações e possibilita acesso aos sistemas corporativos do Exército Brasileiro.

Os rádios do Sistema Rádio Digital Troncalizado (SRDT) são os principais meios de comunicações utilizados pelas tropas nas OCCA. Esse sistema se caracteriza por ter uma estação base central (*Master Site*) capaz de coordenar todo o sistema e proporcionar uma cobertura ampliada dos equipamentos rádio portáteis e veiculares. Seu funcionamento se assemelha ao sistema celular e são amplamente empregados.

Os rádios digitais que compõem o SRDT, são da fabricante Motorola e podem ser usados fora do sistema, ou seja, podem ser empregados na forma “ponto-a-ponto” (de rádio para rádio) ou ainda através da instalação de repetidoras.

Os meios satelitais, da mesma forma, são amplamente empregados, seja fornecendo serviços de voz e dados para as tropas que se encontra no terreno seja para integrar “sites móveis” do SRDT a rede de dados do Exército (EBNet), ou mesmo à ROD, conforme pode ser visto na figura abaixo, fruto de trabalho realizado entre militares do Batalhão Escola de Comunicações (BEsCom) e o 2º Centro Telemático de Área (2º CTA).

Figura 17: Integração Site móvel do SRDT ao SISCOMIS



Fonte: relatório de testes de operação SRDT através da ROD, Cap QEM ISAAC, 2017

O SISCOMIS é fundamental para disponibilizar a rede de dados que é responsável por integrar os sites móveis aos “*Master Sites*”, que podem estar localizado em qualquer ponto do país. Esta integração permite que um rádio portátil

do sistema possa se interligar a outro que esteja afastado por milhares de quilômetros, por exemplo.

O SISCOMIS permite ainda que através vários sistemas corporativos sejam fornecidos, como por exemplo, o acesso as redes de telefonia as três Forças Armadas (RITEx, RETELMA, RTCAER).

A utilização de equipamentos satelitais de uso comercial também é relativamente comum, devido as necessidades de mobilidade, grandes distâncias, falta ou inadequada infraestrutura de comunicações em determinados locais de operação, tudo com vistas a proporcionar uma maior consciência situacional e auxiliar na tomada de decisão do Comandante.

Entre os serviços mais comuns estão a geolocalização da globalstar, com emprego dos terminais SPOT (figura 16) e os serviços da Inmarsat (voz/dados) com equipamentos BGAN (figuras 19 e 20).

Os equipamentos BGAN são instalados em viaturas para emprego no PCT. Há também o uso dos SPOT, para acompanhamento do posicionamento dos militares que estão em atuação. A figura 17 ilustra a integração entre um site móvel do SRDT a um terminal do SISCOMIS. Esta situação permitiu que a área de cobertura do SRDT fosse ampliada para local onde inexistia um “*Master Site*”.

Figura 18: SRDT integrado ao SISCOMIS



Fonte: 2º CTA e BEsCom, 2017

É fundamental que o Oficial de Comunicações e Eletrônica esteja continuamente informado, em tempo útil, sobre as operações táticas, para ter condições de planejar o emprego dos meios satelitais disponíveis, de modo a permitir um maior ganho nas operações evitando possíveis problemas no estabelecimento das ligações. Nas figuras 19 e 20 pode-se observar o emprego do BGAN em uma operação de acompanhamento de comboio ferroviário de transporte de viaturas blindadas Guarani, missão ocorrida em 2018 em que a Companhia de Comando e Controle foi responsável por realizar o acompanhamento em tempo real do comboio.

Figura 19: Instalação do BGAN (Inmarsat) em viatura



Fonte: Companhia de Comando e Controle, 2018

Figura 20: BGAN (Inmarsat) instalado em trem de transporte de Guaranis



Fonte: Companhia de Comando e Controle, 2018

## 5.5 PROPOSTA DE DOSAGEM DE MEIOS SATELITAIS NOS ESCALÕES DA FORÇA TERRESTRE

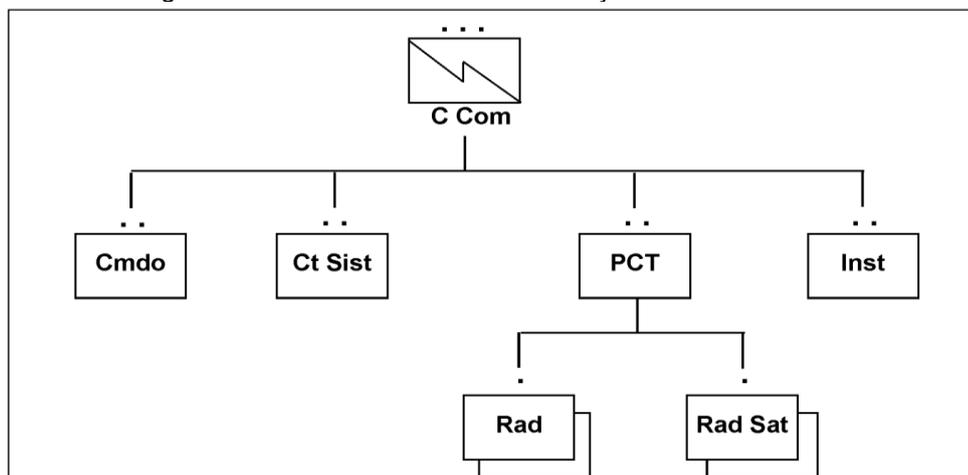
O uso do meio satelital está previsto nos manuais do Exército Brasileiro e nos relatórios de experimentação doutrinária de algumas OM de Comunicações.

Pode-se observar, nas figuras seguintes (figuras 21 e 22), que já existia desde a década de 90, nos manuais de comunicações, a previsão de turmas rádio com a vocação para utilização de equipamentos satelitais, bem como, o Posto de Comando Tático (PCT) dotado de turmas com a finalidade de operar tais equipamentos. A tendência permaneceu com as atuais experimentações doutrinárias do 9º Batalhão de Comunicações e Guerra Eletrônica (9º BComGE) e da Companhia de Comando e Controle (Cia C2), conforme se observa nas figuras 23 e 24.

Esta parte do trabalho visa propor quais serviços são mais adequados para cada nível da F Ter. É evidente que se trata de uma proposta inicial que foi baseada no relatório do CCOMGEX, fruto da 4ª Reunião de Planejamento Estratégico de Comunicações, Guerra Eletrônica e Cibernética de 2018. Cabe ressaltar ainda, que discussões a respeito do tema já estão sendo realizadas pelos responsáveis por definir estas questões no âmbito do EB.

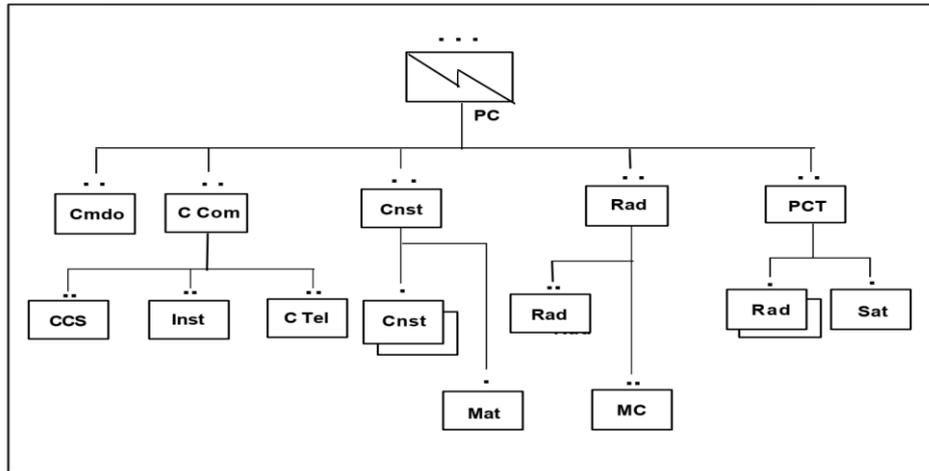
Há muitos desafios que precisam ser superados e algumas definições, principalmente nas questões orçamentárias, para que se ajuste, na medida adequada, as necessidades com as demandas de meios satelitais.

Figura 21: Pel de Centro de Comunicações da Cia Com PC



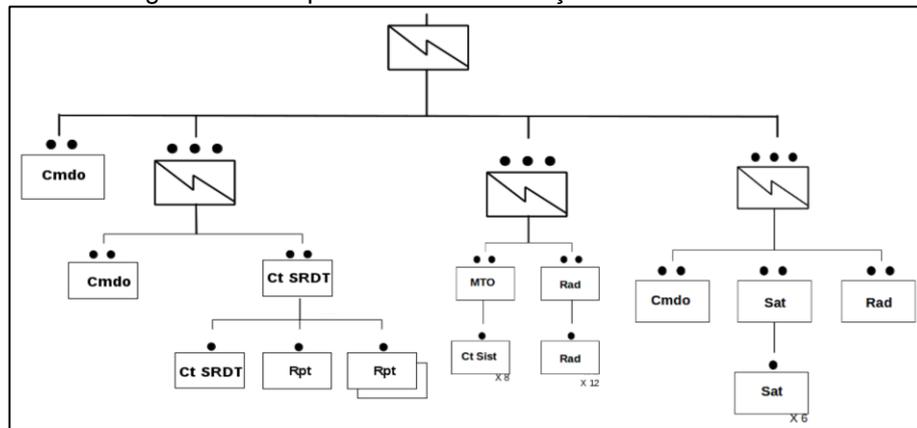
Fonte: Manual 11-20 Batalhão de Comunicações

Figura 22: Pelotão de Posto de Comando da Cia Com de Brigada



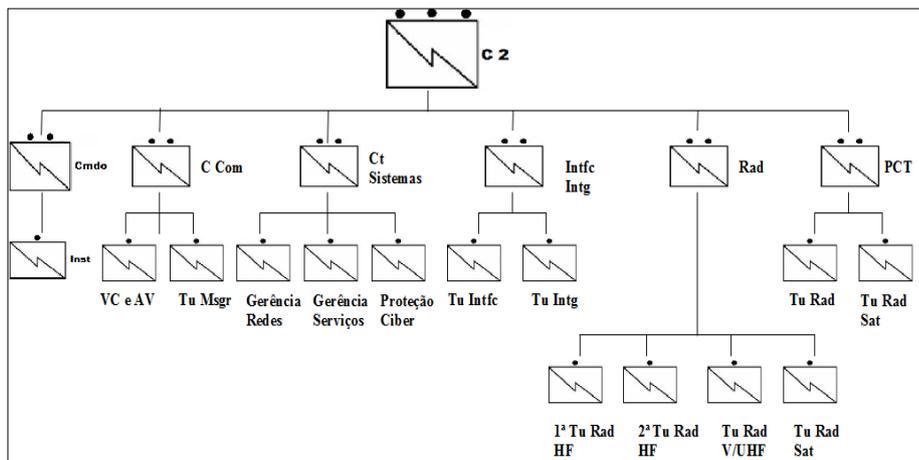
Manual C11-30 – As Comunicações na Brigada – Pel Com PC

Figura 23: Companhia de Comunicações do 9º B Com GE



Fonte: Nota de coordenação doutrinária 9º BComGE

Figura 24: Pelotão de Comando e Controle da Cia Comando e Controle



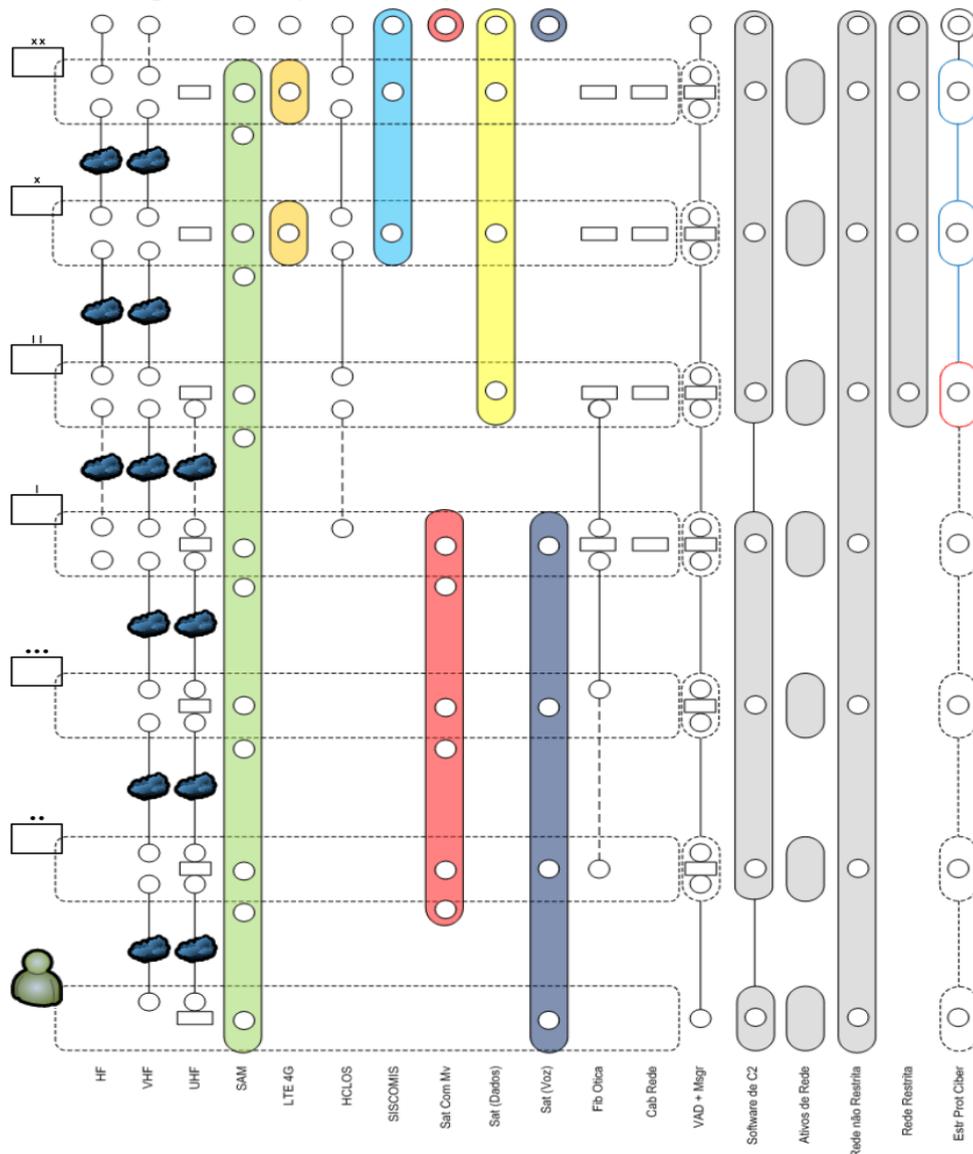
Fonte: Relatório experimentação doutrinária Cia C2

A seguir tem-se uma proposta, que se encontra em estudo, de uma possível arquitetura do Sistema de Comando e Controle que foi elaborado por ocasião da 4ª Reunião de Planejamento Estratégico de Comunicações, Guerra Eletrônica e Cibernética em 2018 (figura 24).

Essa reunião é coordenada pelo Comando de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (CCOMGEX) e tem como uma das finalidades discutir aspectos doutrinários referentes ao Comando e Comando e Controle da Força Terrestre, propondo aprimoramentos.

Nas reuniões de Planejamento Estratégico busca-se reunir Comandantes de OM de Comunicações, instrutores das escolas do EB, entre outros que estão intimamente ligados ao assunto, como o COTer, DECEX e EME.

Figura 25: Proposta de Arquitetura do Sistema de C2 da F Ter



Fonte: Resultado das discussões da 4ª Reunião de Planejamento Estratégico de Comunicações, Guerra Eletrônica e Cibernética em 2018

Diante de tudo o que foi exposto neste trabalho, verifica-se que a utilização dos meios satelitais nas operações militares são de fundamental importância para o sucesso da missão. Também verifica-se que o Brasil, por meio do Ministério da Defesa, tem investido de forma contundente em tecnologias de comunicações satelitais, culminando com o recente lançamento do SGDC, já discutido exaustivamente em capítulos anteriores. O programa do SGDC está dando um forte incremento nas capacidades do SISCOMIS, aumentando sua largura de banda, a segurança do sistema e a capacitação de pessoal das Forças Armadas.

No entanto, o SISCOMIS ainda não é capaz de atender algumas demandas específicas para as operações que o EB tem participado, necessita, portanto, ser complementado com outros meios satelitais de uso comercial.

Como foi visto, as empresas prestadoras de serviços via satélite oferecem serviços que possibilitam a operação em deslocamento, os equipamentos têm tamanho reduzido e são de rápida e fácil instalação.

Com base nos escalões da F Ter é notório que quanto mais alto o escalão, mais cresce a necessidade de largura de banda para tráfego de dados, tendo em vista um volume maior de informação.

O mundo atual requer a análise cuidadosa do ambiente operacional de modo a gerar o menor efeito colateral com o máximo de ganho em um mínimo de tempo para atingir um objetivo. Esses são alguns dos desafios das guerras dos novos tempos.

Escalões menores necessitam de uma menor capacidade de dados via satélite, uma vez que, normalmente, suas necessidades são atendidas por outros meios de comunicações. Por outro lado, pode requerer uma maior necessidade dos serviços de voz e de geolocalização.

Dessa forma, no nível unidade e superiores poderá ser priorizado a contratação de serviços satelitais com recurso para transmissão de dados, enquanto para o nível as subunidade e inferiores o foco do serviço a ser utilizado em sistema satelitais é o de voz e de geolocalização.

Assim, a proposta é que as Companhias de Comunicações e Batalhões de Comunicações possuam capacidade de proporcionar o SISCOMIS, através dos terminais leves e transportáveis deste sistema, para seus respectivos comandos (Grande Unidade, Grande Comando Operativo) e complementar esse recurso com a

contratação de serviços de dados e voz por satélite para instalação nos PCT, como por exemplo, equipamentos BGAN da Inmarsat, conforme mostrado anteriormente.

As organizações militares nível unidade também seriam dotadas de terminais SISCOMIS transportáveis e leves. Já no nível subunidade e pelotões, o ideal seria que cada comando possuísse terminais portáteis do SISCOMIS e nos níveis inferiores aos pelotões a contratação de telefones satelitais e de serviços de geolocalização, por exemplo, um grupo de combate teria capacidade de ter um telefone satelital como o da empresa Iridium (figura 14) e um Spot da empresa Globalstar (figura 16).

Projeta-se que essa gama recursos satelitais, aliadas as comunicações já existentes seriam capazes de proporcionar uma comunicação contínua, com uma maior consciência situacional do campo de batalha. Ademais, muitos desafios ainda teriam que ser superados, como por exemplo, as limitações orçamentárias, o aumento da capacidade do fornecimento de banda do SGDC, a evolução dos terminais do SISCOMIS, bem como a atualização doutrinária da Força Terrestre e das outras Forças Armadas.

## 6 CONCLUSÃO

Do estudo realizado neste trabalho, foi possível chegar a um conjunto de conclusões a respeito do uso dos meios satelitais nas operações militares terrestres, basicamente relacionadas as formas de emprego, a importância e a viabilidade desse nobre recurso.

É importante salientar que o uso da comunicação militar por satélite não foi negligenciado pelo governo brasileiro, nem pelo Ministério da Defesa e suas Forças Armadas ao longo dos anos. Tal fato pode ser percebido desde a implementação desse meio na doutrina militar, quanto nos diversos projetos e programas com foco no setor espacial que ocorreram nas últimas décadas.

As restrições orçamentárias não impediram as pesquisas, nem o prosseguimento de alguns projetos e a implementação de novos aspectos doutrinários. Assim, o SISCOMIS foi evoluindo e sendo cada vez mais comum seu emprego nas diversas operações no Brasil e no exterior, particularmente nas Missões de Paz no Haiti e no Líbano.

Com todo o esforço despendido, pode-se dizer que o SISCOMIS é um caso de sucesso. Como foi visto, houve uma grande evolução no decorrer das últimas décadas. Do início das primeiras gerações de satélites na década de 80 até o recente lançamento do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações é incomensurável os benefícios trazidos por esta tecnologia. O recente lançamento do SGDC e a continuidade do programa permitirão ganhos significativos não só nas comunicações militares, mas também como benefício para a população através do plano nacional de banda larga que visa expandir o acesso à internet por todo o Brasil, em especial os locais com infraestrutura de comunicações mais deficitária.

A implementação do programa do SGDC trará uma eficiente cobertura do SISCOMIS no território nacional, em grande parte do entorno estratégico e uma cobertura teatro que pode, em um raio de 1500km, cobrir qualquer área do planeta, conforme já pontuado neste trabalho. A implementação de terminais portáteis e futuramente, se possível, veiculares móveis, ampliará a mobilidade e agilidade do sistema nas operações.

Verificou-se ainda, ao longo do trabalho, que a eficiência no emprego do meio satelital dependem das características do ambiente operacional, do tipo de operação militar e das condições meteorológicas. Assim, procurou-se definir os ambientes

brasileiros que mais influenciam no emprego de equipamentos via satélite, bem como as aplicações dos meios satelitais nas operações militares básicas.

O emprego dos meios satelitais nas operações, de uma maneira geral, tornou-se não só desejável como necessário dando o incremento significativo ao comando e controle e permitindo uma maior consciência situacional, dessa forma, colaborando para o processo decisório. Atualmente, o SISCOMIS torna-se fundamental em qualquer operação, por se tratar de um sistema altamente confiável e que fornece uma grande flexibilidade ao sistema de comunicações.

As OCCA são as operações nas quais a Força Terrestre foi mais empregada nas últimas décadas. Esse fator permitiu que as tropas brasileiras se adestrassem no uso da tecnologia satelital e inovasse, criando condições de integração dos meios satelitais a outros sistemas de comunicações. A integração do SRDT ao SISCOMIS permitiu que a área de cobertura do sistema troncalizado fosse, de certa forma, ampliado o que permitiu melhorar as comunicações, facilitando as ligações em todos os escalões.

Verificou-se ainda que os meios militares satelitais dificilmente serão suficientes para atender toda demanda de uma operação, principalmente na volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade que são os ambientes operacionais atualmente. Soma-se a isso, o fato de se ter ações militares cada vez mais descentralizadas, ocorrendo em vários locais ao mesmo tempo e envolvendo atores de todos os escalões no nível tático, perpassando os níveis estratégico e político.

Dessa maneira, Exércitos em todo mundo procuram alinhar seus sistemas militares de comunicações por satélite aos sistemas de uso comercial, a fim de mitigar a insuficiência de meios ou necessidades específicas não atendidas por aqueles sistemas.

Os EUA são um exemplo clássico que atuam, por vezes, combinando sistemas militares de comunicação via satélite e sistema satelital de uso comercial. Apesar de serem o Exército mais poderoso do mundo e possuírem o maior gasto militar do planeta, não abrem mão do uso de serviços satelitais de uso comercial em suas operações. Obviamente, há uma análise detalhada para emprego deste recurso, verificando sua viabilidade. Assim, em seus manuais, preveem a possibilidade de emprego dos equipamentos satelitais civis, fazendo as devidas ressalvas quanto a segurança e a confiabilidade destes serviços.

Da mesma forma, verificou-se que a utilização de equipamentos satelitais de uso comercial no Exército Brasileiro, também é relativamente comum, devido as necessidades de mobilidade, grandes distâncias, falta ou inadequada infraestrutura de comunicações em determinados locais de operação. Entre os serviços contratado mais comuns estão a geolocalização, normalmente empregados na Amazônia para acompanhar com precisão o posicionamento das tropas e os serviços de voz e dados que acabam sendo empregados nos PCT em diversos níveis.

Ainda no trabalho, foi apresentado uma proposta de distribuição dos meios satelitais e serviços para as tropas de modo a servir de base para levantamento das necessidades de terminais do SISCOMIS e equipamentos satelitais de uso comercial.

Além do que foi apresentado, muitos desafios ainda precisam ser superados para que o emprego dos meios satelitais por parte da Força Terrestre sejam mais efetivos e sejam mais utilizados nas operações da Força Terrestre. Assim, depois de analisar as considerações abordadas neste trabalho, se verifica que as limitações quanto a mobilidade dos equipamentos SISCOMIS acarreta, por vezes, na necessidade de contratação serviços satelitais fornecidos por empresas internacionais, além disso, o tamanho dos equipamentos e o tempo de instalação dos terminais do SISCOMIS acabam reduzindo a mobilidade e rapidez nas operações.

Observa-se ainda que não há meios suficientes para atender todos escalões bem como deverá haver um incremento na capacidade de fornecimento de banda larga no futuro para que possa suportar o incremento de usuários no sistema e as necessidades cada vez maiores de transmissão de dados.

Ademais, há outros fatores limitadores para o emprego dos serviços via satélite, como por exemplo, as limitações orçamentárias, o aumento da capacidade do fornecimento de banda do SGDC, a evolução dos terminais do SISCOMIS, bem como a atualização doutrinária da Força Terrestre e das outras Forças Armadas estão intimamente ligados ao incremento de recursos financeiros no projetos e programas voltados a este setor.

Por fim, é necessário que haja um incremento de recursos satelitais que, aliado aos meios de comunicações já existentes na Força Terrestre, seja capaz de proporcionar uma comunicação efetiva, fornecendo assim, uma consciência situacional adequada aos Comandantes.

## REFERÊNCIAS

Batalhão Escola de Comunicações (BEsCom), 2º CTA. **Relatório de Testes de Operação do SRDT através da Rede Operacional de Defesa (Rod)**. Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. Exército. C 61-100: **A Divisão de Exército**. 2. Ed. Brasília, DF, 1989.

BRASIL. Exército. EB20-MC10.301: **A Força Terrestre Componente nas Operações**. 1. Ed. Brasília, DF, 2014a.

BRASIL. Exército. C11-30: **As Comunicações na Brigada**. 2. Ed. Brasília, DF, 1998.

BRASIL. Exército. EB70-MC10.241: **As Comunicações na Força Terrestre**. 1. Ed. Brasília, DF, 2018a.

BRASIL. Exército. C11-20: **Batalhão de Comunicações**. 1. Ed. Brasília, DF, 2003.

BRASIL. MD 31-S-02: **Conceito de Operações do Sistema Militar de Comando e Controle (CONOPS SISMC2)**. 1 Ed. Brasília-DF 2016.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Ministério da Defesa. MD30-M-01: **Doutrina de Operações Conjuntas 1º Volume**. 1. Ed. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Exército. EB20-MF-10.102: **Doutrina Militar Terrestre**. 1. Ed. Brasília, DF, 2014b.

BRASIL. Exército. C11-1: **Emprego das Comunicações**. 2. Ed. Brasília, DF, 1997a.

BRASIL. Exército. C24-18: **Emprego do Rádio em Campanha**. 4. Ed. Brasília, DF, 1997b.

BRASIL. Exército. EB20-MC10.202: **Força Terrestre Componente**. 1. Ed. Brasília, DF, 2014c.

BRASIL. Ministério da Defesa. MD35-G-01. **Glossário das Forças Armadas**. 5. Ed. Brasília-DF, 2015.

BRASIL. **INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 11-MD/SC-1/EMCFA, DE 17 DE OUTUBRO DE 2013**. Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas. Brasília-DF, 2013.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Complementar Nº 97**. Brasília, DF, 1999.

BRASIL. Exército. EB70-MC10.223. **Operações**. 5. Ed. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Exército. EB70-MC10.242: **Operações de Garantia da Lei e da Ordem**. 1. Ed. Brasília, DF, 2018b.

CAMPOS, Marcio Teixeira de. **Comunicação por satélite e seu emprego na Força Terrestre**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2002.

CCOMGEX. **Resultado das discussões da 4ª Reunião de Planejamento Estratégico de Comunicações, Guerra Eletrônica e Guerra Cibernética 2018**. Proposta de arquitetura do Sistema de C2 da F Ter. Brasília, 2018.

DEMENICIS, Luciene da Silva. **O Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC): uma análise das contribuições para a defesa nacional**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2018.

GRUPO DE TRABALHO INTERMINISTERIAL MD (MINISTÉRIO DA DEFESA)/MC (MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES). Ministério das Comunicações. **Relatório**. Brasília-DF, 08 de junho de 2011.

HOREWICZ, Marcelo Corrêa. **Emprego de Comunicações por Satélite no SISFRON**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2014.

MAPA DE COBERTURA E EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS PELA GLOBALSTAR. Disponível em: <<https://www.globalstar.com/pt-br/products/coverage-maps>>. Acesso em 10 AGO 2019.

MAPA DE COBERTURA E EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS PELA IRIDIUM. Disponível em: <<https://www.iridium.com/network/globalnetwork/>>. Acesso em 10 AGO 2019.

MAPA DE COBERTURA E EQUIPAMENTOS DISPONÍVEIS PELA INMARSAT. Disponível em: <<https://www.inmarsat.com>>. Acesso em 10 AGO 2019.

PINHO, Harley de. **A integração do EB no Sistema de Satélites Geoestacionários de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2016.

PROTZEK, Marcio Antonio. **Estudo sobre os sistemas de comunicação por satélites geoestacionários**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2001.

QUADRO COMPARATIVO IRIDIUM, INMARSAT E GLOBALSTAR. Disponível em: <<https://www.bluecosmo.com/compare-satellite-networks>>. Acesso em 16 AGO 2019.

USA. Department of the Army. FM 3-14: **Army Space Operations**. Washington-DC, 2014.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa Em Administração**. 11 ed. São Paulo: Atlas, 2009.