

**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS
ACADEMIA REAL MILITAR (1811)
CURSO DE CIÊNCIAS MILITARES**

Alexandre de Oliveira Barbosa

O EMPREGO DE MEIOS SATELITAIS NA MARCHA PARA O COMBATE

Resende

2022



**APÊNDICE III (TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO
DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA
PROFISSIONAL) AO ANEXO B (NITCC) ÀS
DIRETRIZES PARA A GOVERNANÇA DA PESQUISA
ACADÊMICA E DA DOCTRINA NA AMAN**

**AMAN
2022**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA
PROFISSIONAL**

TÍTULO DO TRABALHO: O EMPREGO DE MEIOS SATELITAIS NA MARCHA
PARA O COMBATE

AUTOR: ALEXANDRE DE OLIVEIRA BARBOSA

Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado de minha propriedade.

Autorizo a Academia Militar das Agulhas Negras a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por publicação em revista técnica da Escola ou outro veículo de comunicação do Exército.

A Academia Militar das Agulhas Negras poderá fornecer cópia do trabalho mediante ressarcimento das despesas de postagem e reprodução. Caso seja de natureza sigilosa, a cópia somente será fornecida se o pedido for encaminhado por meio de uma organização militar, fazendo-se a necessária anotação do destino no Livro de Registro existente na Biblioteca.

É permitida a transcrição parcial de trechos do trabalho para comentários e citações desde que sejam transcritos os dados bibliográficos dos mesmos, de acordo com a legislação sobre direitos autorais.

A divulgação do trabalho, em outros meios não pertencentes ao Exército, somente pode ser feita com a autorização do autor ou da Direção de Ensino da Academia Militar das Agulhas Negras.

Resende, 23 de agosto de 2022.

Cad Alexandre de Oliveira Barbosa

Dados internacionais de catalogação na fonte

B238e BARBOSA, Alexandre de Oliveira

O emprego dos meios satelitais na marcha para o combate. /
Alexandre de Oliveira Barbosa – Resende; 2022. 38 p. : il. color. ;
30 cm.

Orientador: Leonam Vinícius de Fragoso
Marinho

TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar
das Agulhas Negras, Resende, 2022.

1.Comunicações. 2.Satélite. 3.Marcha para o Combate.
4.Exército Brasileiro. I. Título.

CDD: 355

Alexandre de Oliveira Barbosa

O EMPREGO DE MEIOS SATELITAIS NA MARCHA PARA O COMBATE

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares.**

Orientador: Cap Com Leonam Vinicius de Fragoso Marinho.

Resende

2022

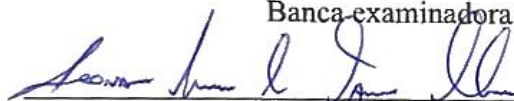
Alexandre de Oliveira Barbosa

O EMPREGO DE MEIOS SATELITAIS NA MARCHA PARA O COMBATE


Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Aprovado em 23 de Agosto de 2022.

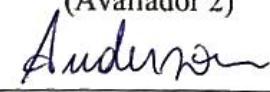
Banca examinadora



Cap Com Leonam Vinicius de Fragozo Marinho
(Presidente/Orientador)



Cap Com Bruno Fernandes de Oliveira
(Avaliador 2)



Cap Com Anderson Henrique de Moura
(Avaliador 3)

**Resende
2022**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que esteve comigo em todos os momentos, e a meus familiares e amigos que enxergaram o meu potencial e confiaram em mim incondicionalmente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir dar mais um passo a cada dia na direção do meu sonho de me tornar Oficial do Exército Brasileiro, a meus pais, Roberto e Raquel, e a meu irmão Robson, por estarem presentes em todos os momentos me dando o suporte necessário para que eu chegasse até aqui. Agradeço também aos meus instrutores e monitores, em especial ao Cap Fragoso, meu orientador, pelo suporte e correções ao longo do desenvolvimento do meu trabalho.

RESUMO

O EMPREGO DOS MEIOS SATELITAIS NA MARCHA PARA O COMBATE

AUTOR: Alexandre de Oliveira Barbosa

ORIENTADOR: Cap Com Leonam Vinicius de Frago Marinho

Este trabalho de conclusão de curso trata de apresentar os serviços de comunicação por satélite disponíveis no Brasil, tanto proprietários quanto comerciais, buscando propor as melhores soluções de emprego na Marcha para o Combate. Foram identificados os meios de comunicação via satélite brasileiros e os equipamentos satelitais de comunicação disponíveis no mercado. Por meio de pesquisas bibliográficas e documentais, foram abordadas as características da Marcha para o Combate, dando ênfase à importância da comunicação por satélite nesse tipo de operação, devido às suas peculiaridades. Diante das informações coletadas, é proposto ao fim do trabalho o emprego complementar de meios satelitais de comunicação comerciais para suprir as necessidades atuais de comunicações do Exército Brasileiro nesse tipo de operação.

Palavras-chave: Comunicações. Satélite. Marcha para o combate. Exército Brasileiro.

ABSTRACT

THE USE OF SATELLITE MEANS IN THE MARCH TO COMBAT

AUTHOR: Alexandre de Oliveira Barbosa

ADVISOR: Cap Com Leonam Vinicius de Fragozo Marinho

This course conclusion work aims to present the satellite communication services available in Brazil, both proprietary and commercial, seeking to propose the best communication solutions in the March to Combat. The Brazilian satellite communication means and the satellite communication equipment available on the market were identified. Through bibliographic and documentary research, the characteristics of the March for Combat were addressed, emphasizing the importance of satellite communication in this case of operation, due to its peculiarities. In view of the information collected, it is proposed at the end of the work the complementary use of commercial communication satellites to supply the current communications of the Brazilian Army in this type of operation.

Keywords: Communications. Satellite. March to combat. Brazilian army.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Transmissão e Recepção via satélite	13
Figura 2 — militares do 20ª Cia Com Pqdt montam uma antena do SISCOMIS	15
Figura 3 — Satélite SGDC	16
Figura 4 — Terminal on-the-move.....	18
Figura 5 — Telefone satelital IsatPhone2	19
Figura 6 — Área de cobertura da rede de satélites Inmarsat.....	20
Figura 7 — Telefone satelital Iridium 9555	21
Figura 8 — Área de cobertura da rede de satélites Iridium	21
Figura 9 — Equipamento Spot X	22
Figura 10 — Área de cobertura da rede de satélites Globalstar	23
Figura 11 — Militares ucranianos em deslocamento na região de Lugansk, Ucrânia	24
Figura 12 — Wideye Safari Vehicular BGAN Terminal	28
Figura 13 — Cobham Explorer 325 BGAN Terminal	29
Figura 14 — Hughes 9450-C11 BGAN Terminal	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Equipamentos satelitais handheld.....	27
Quadro 2 — Equipamentos satelitais veiculares	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo geral	12
1.1.2	Objetivos específicos	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	O SATÉLITE	13
2.1.1	Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS)	14
2.1.2	Detalhes do programa SGDC	15
2.1.3	Comunicação Via Satélite em Movimento (<i>Satcom on-the-move</i>)	17
2.1.4	Comunicação Satelital Civil	18
2.1.4.1	Inmarsat	19
2.1.4.2	Iridium	20
2.1.4.3	Globalstar.....	21
2.2	MARCHA PARA O COMBATE	23
3	REFERENCIAL METODOLÓGICO	25
3.1	TIPOS DE PESQUISA	25
3.2	MÉTODOS	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
	REFERÊNCIAS	33
	ANEXO	
	ANEXO A — Projetos futuros do PESE	37

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução da tecnologia, os sistemas de comunicações vêm sendo cada vez mais rapidamente aprimorados, gerando a necessidade de adaptação da doutrina da Força Terrestre a novas ferramentas e serviços que se tornam indispensáveis para o cumprimento das missões. Nesse contexto, a comunicação por satélite tem se tornado um meio de comunicação de extrema relevância nas operações militares.

O lançamento do primeiro satélite artificial da Terra, o Sputnik 1, ocorreu em 4 de outubro de 1957, marcando o início da Era Espacial. Era uma esfera de alumínio com 58 cm de diâmetro, equipada com instrumentos rudimentares e um transmissor de rádio (CARLEIAL, 1999). Após um curto espaço de tempo, os satélites já desempenham importante papel em diversos setores, como os de Estudos do espaço, Telecomunicações (TV, celular, internet), Monitoramento remoto e geoprocessamento, etc (SANTOS; GOMES, 2013).

No ano de 2017, foi colocado em órbita o Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), adquirido pelo Brasil com o objetivo de fornecer serviços de internet de alta qualidade em 100% do território nacional e fornecer serviços de comunicações estratégicas independentes e seguras para as Forças Armadas e o governo brasileiro (ARIANESPACE, 2017, tradução nossa). Este satélite integra o SISCOMIS (Sistema de Comunicações Militares por Satélite), que é o principal canal de comunicação de dados militares operacionais.

A Marcha para o Combate consiste no deslocamento de tropas de uma região para outra, preservando continuamente a liberdade de ação, a fim de poder concentrar esforços no momento oportuno e na região mais favorável, de acordo com a manobra planejada (BRASIL, 2020). Nesse deslocamento, o uso de ferramentas de Comando e Controle satelitais que forneçam os serviços de geolocalização, comunicações e enlaces de alta capacidade são de grande utilidade no Teatro de Operações, considerando que a distância alcançada pelas tropas normalmente impossibilita o uso de meios rádio tradicionais como ferramenta principal de comunicações.

Apesar dos grandes avanços da tecnologia espacial brasileira, os serviços de telefonia e dados satelitais do Brasil ainda não suprem todas as necessidades de uso nas operações militares. Assim, é oportuno problematizar a questão: há a necessidade do uso de serviços

comerciais para complementar as capacidades de comunicação satelital nas operações militares?

Com base nesse questionamento, este trabalho busca analisar o emprego dos sistemas satelitais de comunicação no apoio à Marcha para o Combate, focando nas necessidades características dessa operação. Busca também analisar as melhores soluções de emprego dos meios já disponíveis e propor a utilização de meios comerciais para garantir a flexibilidade, continuidade, rapidez e segurança.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 **Objetivo geral**

Verificar a possibilidade de emprego dos meios satelitais de comunicação na marcha para o combate.

1.1.2 **Objetivos específicos**

Descrever as capacidades satelitais de comunicação disponíveis no Sistema de Comunicações Militares por Satélite;

Verificar os principais meios satelitais de comunicação disponíveis no mercado que podem ser aplicados nas operações da nossa Força Terrestre;

Descrever e caracterizar a Marcha para o Combate, apontando o apoio de Comunicações nesse tipo de operação;

Apresentar uma alternativa de emprego dos meios satelitais de comunicação de uso comercial na Marcha para o Combate.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

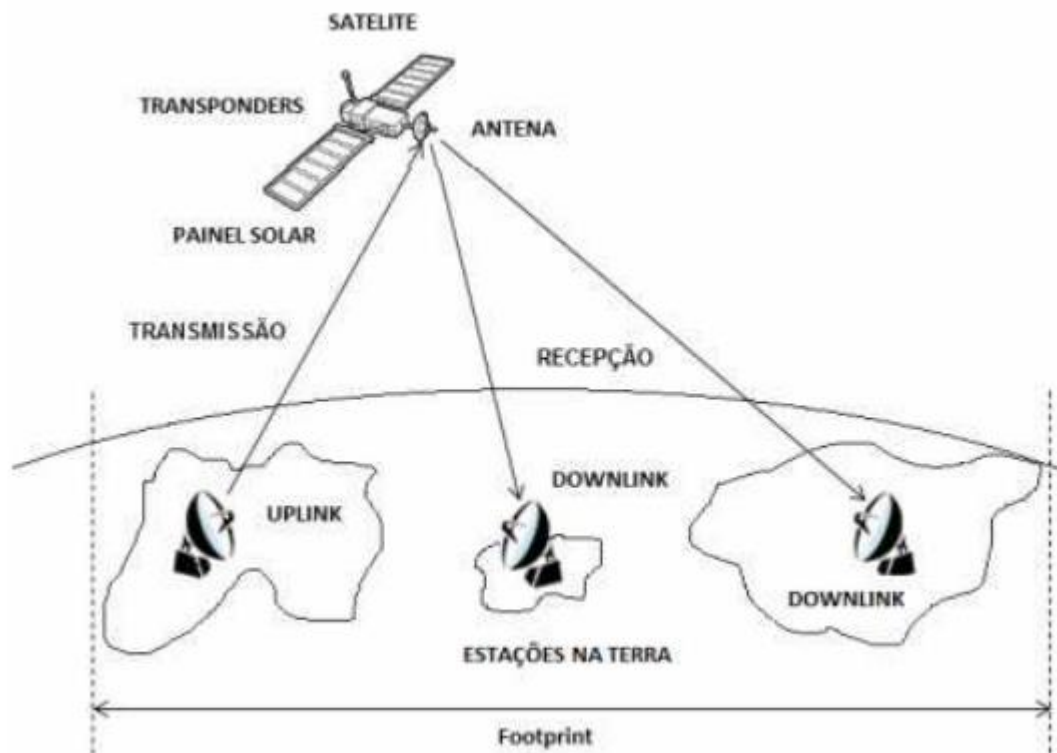
2.1 O SATÉLITE

Segundo Florenzano (2007) , é chamado de satélite todo objeto que gira em torno de outro objeto. Ele é classificado em dois tipos: satélite natural e satélite artificial. O satélite, do ponto de vista de transmissão é uma simples estação repetidora dos sinais recebidos da Terra, que faz uma conexão ponto-a-ponto entre dois terminais da superfície terrestre recebendo, amplificando e retransmitindo a informação recebida.

De acordo com Brasil (2014), existem três partes constituintes deste sistema:

- a) **Segmento Orbital** – composto por um satélite ou por uma constelação de satélites;
- b) **Segmento de Infraestrutura de Operações Terrestres** – composto pelos Segmentos Terrestre e de Controle; e c) **Sistema de Distribuição** – composto por estações terrenas fixas (terminais fixos) e estações terrenas portáteis (terminais portáteis) (BRASIL, 2014, p. 19-20).

Figura 1 — Transmissão e Recepção via satélite



Fonte: Baptista e Marins (2012)

Souza (2007) afirma que as órbitas de um satélite podem ser altas ou baixas, e sua altitude depende de sua função. O satélite se mantém em órbita graças à combinação da força da gravidade e de sua velocidade elevada, que se opõem criando um equilíbrio. O Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas - SGDC, por exemplo, é um satélite geoestacionário, que está a aproximadamente 36.000 km da Terra.

2.1.1 Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS)

De acordo com o manual de Geoinformação, os sistemas satelitais propiciam a aquisição e da transmissão de dados geoespaciais em larga escala, possibilitando a cobertura de grandes áreas (BRASIL, 2014).

O SISCOMIS é o sistema responsável por prover a conectividade necessária para ligações de voz, dados e imagens que garantem um fluxo de informações entre os Centros de Comando e Controle (CC²) do Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²), podendo ter terminais portáteis, leves, transportáveis, rebocáveis, fixos, veiculares, móveis navais, móveis aeronáuticos, móveis terrestres e móveis submarinos, permitindo sua interligação para o atendimento às necessidades das operações conjuntas e singulares de interesse do Ministério da Defesa (BRASIL, 2016).

De acordo com Brasil (2014, p. 19), as áreas de aplicação dos sistemas satelitais são:

- a) **Sensoriamento Remoto – disponibilização de imagens de sensores orbitais;**
- b) **Posicionamento Global – disponibilização de coordenadas terrestres em tempo real, de forma contínua e com alta precisão;**
- c) **Comunicações – conexão contínua de diferentes pontos da superfície terrestre e provisão de correções de coordenadas para sistemas de posicionamento com precisão refinada; e**
- d) **Gravimetria – determinação da gravidade terrestre contínua em diferentes pontos da superfície como mecanismo de controle das altitudes (BRASIL, 2014, p. 19).**

O uso da comunicação por satélite permite a comunicação nas áreas remotas provendo chamadas de voz, imagens, dados de navegação, rastreamento de pessoal e de recursos, alertas, entre outros. Podem ser militares ou públicos, quando não se dispõe de outro sistema, apesar da utilização de serviços civis privados não proporcionarem a mesma segurança e confiabilidade dos satélites militares (BRASIL, 2014, p. 24).

Figura 2 — militares do 20ª Cia Com Pqdt montam uma antena do SISCOMIS



Fonte: Junior (2020)

Segundo o Exército Brasileiro (2020), o SISCOMIS possui as seguintes características de transmissão satelital: alta disponibilidade, qualidade do sinal, flexibilidade de instalação, alto custo.

2.1.2 Detalhes do programa SGDC

O Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE), é um programa criado para atender às necessidades estratégicas das Forças Armadas e da sociedade brasileira. Nele estão previstos o lançamento de diversos satélites para complementarem os sistemas de satélites

com missões específicas: comunicações militares, observação, monitoramento do espaço, etc (BRASIL, 2018).

Seguindo o planejamento do PESE, o satélite SGDC-1 foi projetado para uma vida útil de 15 anos. De acordo com Correia (2020), tinha um peso de aproximadamente 5.800kg no lançamento e uma potência de carga útil de mais de 11kW. O SGDC também possui o objetivo de reduzir a exclusão digital no Brasil ao fornecer serviços de Internet de alta qualidade.

O satélite está equipado com sete cargas úteis militares de banda X e 50 transponders de carga útil de banda Ka eficientes, oferecendo uma taxa de transferência de 80 Gbps. Também é equipado com painel de suporte de bateria de alumínio. Os cinco transponders de banda X cobrem toda a América do Sul e rotas marítimas vizinhas. A carga útil da banda Ka oferece comunicações de dados estratégicos do governo e expande os serviços de banda larga para áreas remotas no Brasil (CORREIA, 2020).

Segundo Carvalho e Matos (2018), o SGDC é um satélite de telecomunicações de uso dual, ou seja, civil e militar, tendo sido lançado do Centro Espacial da Guiana, perto de Kourou, Guiana Francesa, em maio de 2017. O satélite fornece comunicações estratégicas seguras de defesa para o Ministério da Defesa do Brasil e serviços de banda larga para o Ministério das Telecomunicações por meio do Plano Nacional de Banda Larga (PNBL).

Figura 3 — Satélite SGDC



Fonte: Caiafa (2019)

Posicionado em órbita geoestacionária em um ângulo de 75° oeste, o satélite é operado pela Visiona Tecnologia Espacial, uma joint venture entre a Embraer Defesa & Segurança e a Telebras Telecomunicações Brasileiras (CARVALHO; MATOS, 2018).

2.1.3 Comunicação Via Satélite em Movimento (*Satcom on-the-move*)

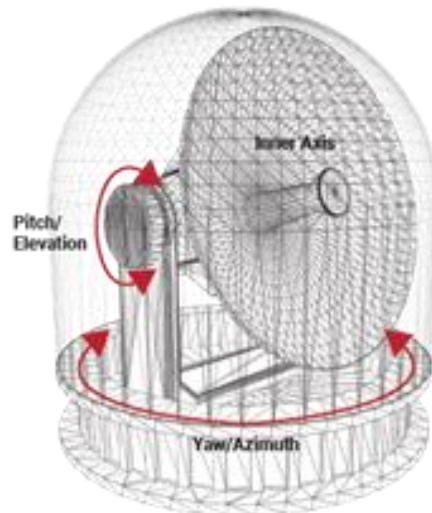
De acordo com Spectra (2022, tradução nossa), A Comunicação via Satélite em Movimento (*SATCOM on-the-move*) é um termo que é utilizado para descrever um equipamento satelital, que normalmente vai embarcado em um veículo e tem a capacidade de manter comunicação com a rede de satélites mesmo em movimento, através de um complexo sistema de rastreamento de satélite. Com relação ao tamanho, são sistemas de baixo tamanho, peso e potência que podem ser usados em velocidade em qualquer cenário. Nesse trabalho de pesquisa, especificamente, o foco é no uso em veículos terrestres.

A complexidade da tecnologia *on-the-move* é descrita por Vectornav (2022, tradução nossa):

SATCOM é o uso de uma rede de satélites geoestacionários para retransmissão de comunicações de rádio entre um transmissor e um receptor localizado em dois pontos diferentes da Terra. O principal desafio para qualquer sistema *SATCOM* é manter a conexão de linha de visada (LOS) com o satélite alvo. Felizmente, não há necessidade de rastrear o satélite alvo, pois sua órbita está em sincronia com a rotação da Terra e aparece fixa no céu. No entanto, para maximizar o número de satélites em órbita geoestacionária, esses satélites são colocados muito próximos uns dos outros com satélites adjacentes normalmente localizados a poucos graus um do outro. Devido a isso, é necessário o apontamento de alta precisão de um terminal *SATCOM* para enviar e receber grandes quantidades de dados e evitar interferências em satélites vizinhos. O erro de apontamento da antena deve ser menor que 0,2°. (VECTORNAV, 2022, tradução nossa).

Hoje há uma demanda cada vez maior por comunicação em qualquer lugar e a qualquer hora, e requisitos de comunicação de inteligência militar, vigilância e reconhecimento. A necessidade de manter comunicações móveis persistentes, independentemente da localização no mundo, impulsionou um crescimento significativo nas comunicações por satélite (*SATCOM*) e, particularmente, nos produtos e ofertas de serviços *SATCOM on-the-move* (VECTORNAV, 2022, tradução nossa).

Figura 4 — Terminal on-the-move



Fonte: Vectornav (2022)

2.1.4 Comunicação Satelital Civil

As comunicações satelitais civis cobrem todo o mundo, possuem rapidez na troca de dados a longa distância, encontram-se presentes em locais de difícil acesso, havendo provedores que fornecem o serviço via satélite e possuem terminais de tamanho menor e tecnologia mais avançada que a dos disponíveis no SISCOMIS.

No entanto, o custo de contratação é elevado, sendo esta uma desvantagem, além do fato de que forças oponentes podem fazer uso do mesmo satélite, já que a contratação dos serviços é livre, o que impacta na segurança das operações.

Assim sendo, é preciso um planejamento e que haja uma avaliação a fim de verificar se é viável ou não a utilização do sistema civil, observando os seguintes contextos: viabilidade, necessidade e finalidade, com isso o planejador terá a possibilidade de escolher pela utilização ou não deste meio.

Dentre as empresas que oferecem esse tipo de serviço estão: Inmarsat, Iridium e Globalstar. A Força Terrestre possui a necessidade de terminais do tipo handheld e do tipo veicular com a tecnologia *on-the-move*. Nesse contexto, as três empresas apresentadas possuem opções viáveis de equipamentos do tipo handheld disponíveis no mercado, porém quando se trata da tecnologia de comunicação satelital em movimento, somente a primeira

empresa citada (Inmarsat) disponibiliza esse serviço no mercado, oferecendo terminais à venda em parceria com outras empresas, que produzem terminais que se conectam diretamente à sua rede de satélites.

2.1.4.1 Inmarsat

A INMARSAT foi criada em 1979 pela Organização Marítima Internacional (IMO) para desenvolver uma rede de comunicações via satélite para proteger vidas no mar. Hoje a empresa possui a rede de satélites mais avançada e mais acessível no mundo. A empresa possui uma constelação de 14 satélites em órbita geoestacionária (INMARSAT, 2022).

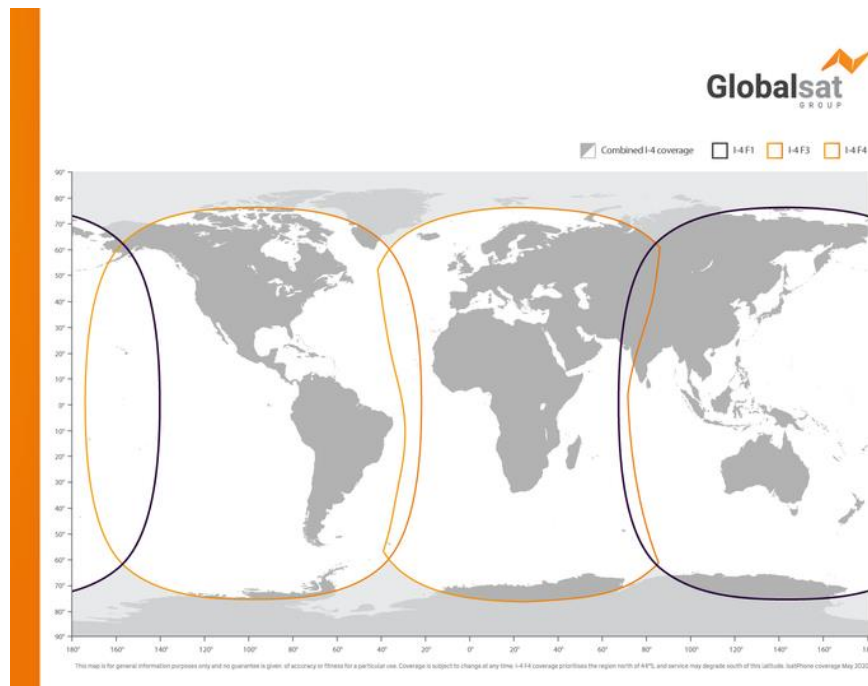
Além dos telefones satelitais, cujo modelo específico será abordado no decorrer do trabalho, existem diversos terminais com tecnologia on-the-move desenvolvidos em parceria com empresas que apresentam preços acessíveis e utilizam a rede de satélites Inmarsat. Dentre eles, estão os terminais veiculares desenvolvidos pelas empresas Wideye, Cobham e Hughes, cujas características serão expostas nos resultados e discussão.

Figura 5 — Telefone satelital IsatPhone2



Fonte: Globalsat (2022)

Figura 6 — Área de cobertura da rede de satélites Inmarsat



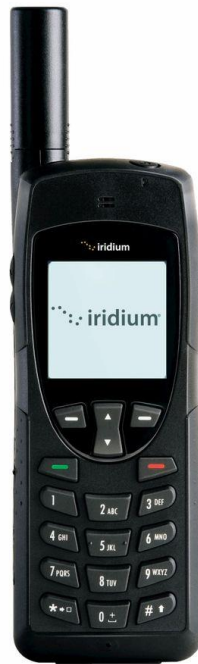
Fonte: Globalsat (2022)

2.1.4.2 Iridium

O segmento espacial do sistema IRIDIUM, que inclui uma constelação de 66 satélites localizados a 780 quilômetros acima da superfície da Terra, fornece cobertura global. A antena receptora é pequena o suficiente para caber em um telefone portátil. Os pequenos e leves satélites desta empresa, são interconectados eletronicamente para fornecer cobertura contínua em todo o mundo (GEOBORDERS, 2012).

A empresa não fornece dispositivos específicos para veículos terrestres e não há informação sobre terminais on-the-move dessa empresa, logo, abordaremos no decorrer do trabalho um comparativo apenas com o telefone satelital Iridium 9555.

Figura 7 — Telefone satelital Iridium 9555



Fonte: Iridium (2022)

Figura 8 — Área de cobertura da rede de satélites Iridium



Fonte: Cellhire Satellite (2022)

2.1.4.3 Globalstar

A GLOBALSTAR utiliza um sistema que possui 24 estações terrestres, que servem como uma ponte entre os 48 satélites e a infraestrutura de comunicação tradicional de internet, possibilitando uma área de cobertura quase mundial, com foco nas áreas continentais e não cobrindo os polos (GLOBALSTAR, 2022).

Ao contrário de outros sistemas que exigem onerosa discagem internacional para todas as chamadas, sua tecnologia de integração entre terminais terrestres e satelitais permite a diminuição do custo de utilização para os clientes, em troca de uma área de cobertura menor em relação aos concorrentes.

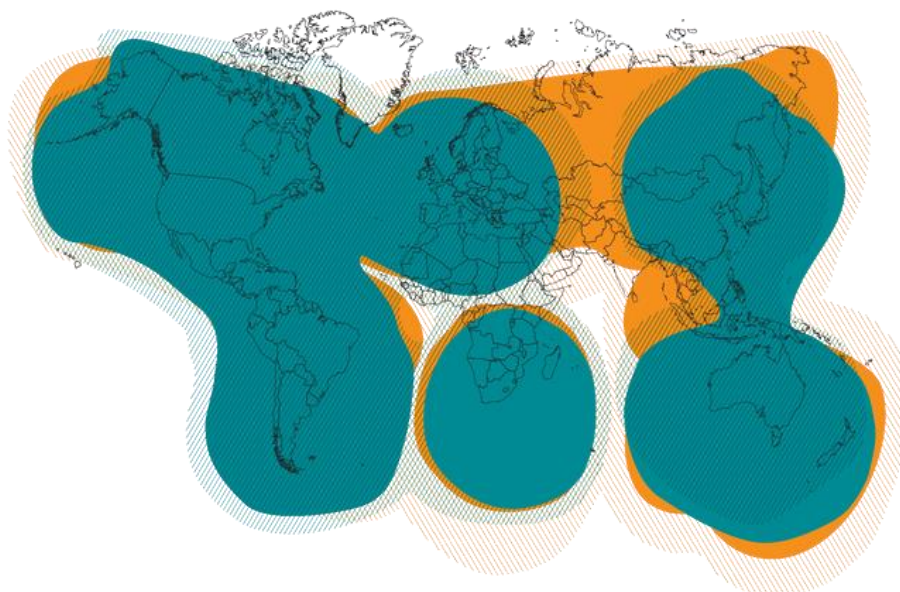
Seu principal produto é o SPOT, que tem um bom custo benefício em serviços de geolocalização, mensagens pré-definidas e pedidos de socorro. Devido à simplicidade do sistema Globalstar, a taxa de dados é pequena e não há terminais que possuam alta taxa de dados e comunicação on-the-move.

Figura 9 — Equipamento Spot X



Fonte: Globalstar (2022)

Figura 10 — Área de cobertura da rede de satélites Globalstar



Fonte: Globalstar (2022)

2.2 MARCHA PARA O COMBATE

A marcha para o combate é um tipo de operação ofensiva que se caracteriza por uma marcha tática na direção do inimigo, com a finalidade de obter ou restabelecer o contato com o mesmo e/ou assegurar vantagens que facilitem operações futuras. O melhor aproveitamento do dispositivo no momento do contato é obtido pela apropriada organização da força para o combate e pela manobra dos seus componentes (BRASIL, 2017).

Nessa operação em questão, as comunicações devem obter um sistema extremamente flexível para atender às evoluções na situação tática, proporcionar continuidade ao sistema de comunicações desde os movimentos preparatórios da marcha e favorecer a interoperabilidade com ênfase nas ligações com os elementos incumbidos de executar reconhecimentos aéreos e terrestres (BRASIL, 2020).

Quando na modalidade satelital, o rádio pode ser empregado para o estabelecimento de enlaces, proporcionando acesso às redes de dados e uma maior interoperabilidade (BRASIL, 2020). Os enlaces de alta capacidade podem ser empregados durante toda a Marcha para o Combate, utilizando o sistema de terminais satelitais *on-the-move*, caracterizando grande vantagem para o Comando e Controle.

O tamanho dos terminais satelitais disponíveis no SISCOMIS são grandes e pesados demais para serem transportados por tropa a pé, e seu apontamento é manual, impossibilitando sua utilização em movimento em viaturas, como relata Prandel (2016):

Apesar de o SISCOMIS prever um terminal portátil com uma antena de diâmetro de até 0,4 metro, o seu acondicionamento é feito em duas mochilas e o peso chega a até 30 kg. O apontamento dessa antena deve ser feito manualmente. Os demais terminais empregados no SISCOMIS são ainda maiores e não podem ser carregados por tropa a pé. (BRASIL, 2013 apud PRANDEL, 2016, p.14)

Figura 11 — Militares ucranianos em deslocamento na região de Lugansk, Ucrânia



Fonte: Stepanov (2022)

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

Os procedimentos metodológicos utilizados foram os seguintes: leituras preliminares para aprofundamento do tema; definição e elaboração dos instrumentos de coleta de dados e definição das etapas de análise do material. Ao serem estabelecidas as bases práticas para a pesquisa, procurou-se garantir a execução da pesquisa seguindo o cronograma proposto além de propiciar a verificação das etapas de estudo.

3.1 TIPOS DE PESQUISA

Para a realização deste trabalho foi feita uma pesquisa bibliográfica e documental, através de documentos, artigos científicos e manuais buscando material relacionado à comunicação por satélite e operações militares, para propor a melhor solução de emprego de meios satelitais de comunicações na Marcha para o Combate.

3.2 MÉTODOS

A pesquisa em bancos de dados eletrônicos se deu utilizando-se como palavras-chave: SISCOMIS – SGDC – *SATCOM* – *On-the-Move* – marcha para o combate – comunicações satelitais. Os materiais que não atendiam aos objetivos propostos foram descartados e os demais, juntamente com as pesquisas realizadas em livros e documentos foi resumido e devidamente referenciado, fazendo parte do referencial teórico deste trabalho, bem como do tópico de resultados e discussão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na marcha para o combate, existem certas recomendações que devem ser seguidas quanto às comunicações, as quais devem ser orientadas a negar ao oponente informações sobre os nossos meios e dispositivo; favorecer a interoperabilidade com ênfase nas ligações com os elementos incumbidos de executar reconhecimentos aéreos e terrestres e ainda com os elementos das forças de segurança; possibilitar a integração dos sistemas entre os diversos escalões, sobretudo os relacionados ao apoio à decisão, visando à manutenção da consciência situacional; obter um sistema de comunicações extremamente flexível para atender às evoluções na situação tática; proporcionar continuidade ao sistema de comunicações anteriormente estabelecido, desde os movimentos preparatórios da marcha; e ligar, intimamente, o planejamento das comunicações com o das operações táticas (BRASIL, 2020).

Quando próximo de contato com o oponente pela ausência de linha interposta, o sistema de comunicações fica prejudicado pela provável linha em que será efetivado o contato com o oponente, devido à impossibilidade normal de fixar com segurança os locais definitivos dos PC; inexistência provável de sistemas de comunicações passíveis de aproveitamento; e necessidade de montagem dos sistemas de comunicações em um curto espaço de tempo (BRASIL, 2020).

Um equipamento satelital pode ser empregado para suprir as demandas da Marcha para o combate, pois diminui a chance de interceptação das informações pelo inimigo graças ao apontamento do enlace ser direcionado para um ângulo voltado para cima, e não para a direção do inimigo; favorece a interoperabilidade pois disponibiliza diversos tipos de terminais que atendem a todos os elementos da Força Terrestre, desde a linha de contato com o inimigo aos PC, provendo consciência situacional para diversos elementos do Teatro de Operações, principalmente ao Comandante; e possui a flexibilidade necessária para atender às evoluções na situação tática em razão do alcance de escala regional dos sistemas de satélite, o que garante também a continuidade do serviço durante toda a operação.

Com relação à utilização de satélites, apesar de serem utilizados os terminais do SISCOMIS, o Exército Brasileiro também utiliza o sistema civil de comunicação satelital. Levando em conta que há uma defasagem na demanda em algumas operações, não havendo equipamentos disponíveis, há a necessidade da contratação de sistema civil.

De acordo com Brasil (2020) o rádio satelital pode ser empregado para o estabelecimento de enlaces, proporcionando acesso às redes de dados e uma maior

interoperabilidade. Este manual ressalta que os enlaces de alta capacidade são raramente empregados durante as Marchas para o Combate, levando em consideração a complexidade dos ajustamentos e o tempo necessário para sua instalação, porém, com o uso dos equipamentos de comunicação satelital *on-the-move*, os enlaces de alta capacidade podem ser facilmente empregados em movimento, utilizando a tecnologia de terminais satelitais veiculares.

Outro fator que leva à utilização do sistema civil diz respeito ao tamanho dos terminais e à incapacidade de operação em movimento do SISCOMIS, pois não há equipamentos do tipo *handheld* (equipamentos portáteis, equivalem ao tamanho de um telefone), ou até mesmo veiculares.

As três empresas citadas no referencial teórico possuem equipamentos satelitais *handheld*, cada um com suas características, vantagens e desvantagens, como é mostrado no quadro 1 a seguir:

Quadro 1 — Equipamentos satelitais handheld

Características	Inmarsat IsatPhone 2	Iridium 9555	Globalstar Spot X
Cobertura	Global, excluindo regiões polares	Global	Global, com pontos cegos nas regiões polares e algumas regiões continentais
Proteção contra água e poeira	IP65 e IK04 (água, poeira e impacto)	não possui	IP67 (água e poeira)
Móvel	Não, necessário apontamento para a linha do equador	Sim	Sim
Serviços suportados	Mensagem de Texto e voz Envio de localização GPS Botão SOS	Mensagem de texto e voz Botão SOS	Mensagem de Texto Envio de localização GPS Função GPS Botão SOS
Preço dos serviços	180 minutos: \$550,00 / ano	150 minutos: \$799,00 / ano	Mensagens ilimitadas: \$409,40 / ano

Fonte: Satellite Phone Store (2022)

Levando em conta a área de cobertura, se tratando de operações no Território Brasileiro, todas as empresas cumprem os requisitos de emprego em uma operação.

Todas as empresas fornecem serviços que podem ser utilizados em mau-tempo, porém o telefone satelital da empresa Inmarsat necessita que a tropa faça uma parada para realizar o

contato. Esse é um detalhe que o planejador deve levar em conta, pois o contato só poderá ser estabelecido nos intervalos de auto da marcha para o combate. Com relação aos serviços, o telefone satelital da empresa Inmarsat se destaca com as funções de envio de mensagens de texto, voz e conta com o envio da localização GPS via texto ou e-mail, sendo o mais completo dos equipamentos avaliados, porém não possui a função de rastreamento GPS do equipamento Spot, que permite ao escalão superior ter dados da localização da tropa durante toda a marcha com intervalos curtos, de 60, 30, 10, 5 ou 2 minutos e meio, dependendo da necessidade da operação, sendo uma excelente função de comando e controle, apesar de não possuir chamada de voz.

Tendo em mãos o preço dos serviços de cada empresa, é possível descartar a viabilidade da utilização dos equipamentos da empresa Iridium. Os preços são mais altos, a empresa oferece menos serviços que os outros equipamentos apresentados e o *Iridium 9555* não possui proteção contra água e poeira. O aparelho Spot é o que apresenta o menor preço de serviço, apesar de não ter a função de chamada de voz.

Já no que diz respeito a equipamentos *on-the-move*, somente a empresa Inmarsat possui equipamentos que atendem à necessidade de enlaces de alta capacidade em movimento, através dos equipamentos das empresas Wideye, Cobham e Hughes.

Figura 12 — Wideye Safari Vehicular BGAN Terminal



Fonte: Globalsat (2022)

Figura 13 — Cobham Explorer 325 BGAN Terminal



Fonte: Cobham (2022)

Figura 14 — Hughes 9450-C11 BGAN Terminal



Fonte: Hughes (2022)

A rede de satélites utilizada por esses equipamentos e o preço de utilização dos serviços são os mesmos, logo as características de sinal são iguais entre os equipamentos: cobertura global, excluindo regiões polares, velocidade máxima de internet de 464kbps e possibilidade de conexão em movimento, apenas o preço dos equipamentos e suas

características são diferentes (INMARSAT, 2022). De acordo com Satellite Phone Store (2022), o plano com menor quantidade de dados mensal "*BGAN Link GEO Regional 2.5GB SACC*", contratado no pacote anual custa \$250,00 por mês.

Quadro 2 — Equipamentos satelitais veiculares

Características	Wideye Safari Land Vehicular BGAN Terminal	Cobham BGAN Explorer 325	Hughes 9450-C11 Mobile BGAN Unit
Ponto de acesso Wi-Fi	Sim	Não	Sim
Proteção do transceptor	IP44 (água e poeira)	IP30 (poeira)	não possui
Portas	2 RJ11 (voz) e 2 RJ45 (dados)	1 RJ11 (voz) e 2 RJ45 (dados)	2 RJ11 (voz) e 4 RJ45 (dados)
Preço	\$5.855,00	\$6.999,00	\$7.395,00

Fonte: Satellite Phone Store (2022)

Levando em conta que há a demanda de enlaces de alta capacidade em movimento na marcha para o combate, e que há a necessidade de equipamentos robustecidos para maior durabilidade em operações militares, o equipamento *Wideye Safari Land Vehicular BGAN Terminal* possui a melhor relação custo-benefício, equipado com ponto de acesso Wi-Fi, é o único que possui alguma proteção contra a água, possui 2 portas de conexão de voz (chamadas) e 2 portas de conexão de dados (internet) e seu preço é o menor entre os equipamentos apresentados.

Sendo assim, dependendo da necessidade da operação, entre priorização de comunicação satelital de voz, de serviços de localização ou de dados em movimento, o planejador tem a liberdade de escolher o equipamento mais viável para sua operação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na marcha para combate há algumas peculiaridades que devem ser observadas no que diz respeito às comunicações, dentre elas encontra-se a necessidade de se ter um sistema de comunicações que seja flexível, seguro e que permita a continuidade do sistema. Com isso, a utilização de meios satelitais é fundamental e há pontos que requerem atenção.

Através dos equipamentos satelitais do SISCOMIS estabelece-se a comunicação com a rede de dados do Exército, e caso haja necessidade de complementação, pode ser usado o sistema civil de comunicação. No ano de 2017 o SGDC foi incorporado ao sistema de comunicações, o qual trouxe maior eficiência ao SISCOMIS, cobrindo um raio de 1500 Km em todo o planeta.

Todavia, não há terminais portáteis desenvolvidos para que as capacidades do SISCOMIS sejam utilizadas na marcha para o combate e outros tipos de operações que requerem uma maior mobilidade e conseqüentemente agilidade para o melhor cumprimento das missões.

Durante o estudo foi possível observar que o ambiente operacional influencia de forma direta na eficiência do meio de comunicações empregado, desta forma, é preciso que o planejador observe atentamente as características desse ambiente e determine o que melhor atenderá às suas necessidades.

Também foi visto neste estudo, que em determinadas ocasiões é necessário a utilização complementar de sistemas de comunicação civil, assim, o mercado oferece três opções que foram demonstradas neste estudo: os equipamentos Inmarsat, Iridium e Globalstar.

Conclui-se que enquanto não houver um terminal satelital portátil ou veicular no Sistema de Comunicações Militares por Satélite, a utilização de equipamentos satelitais *handheld* e veiculares de empresas privadas faz – se necessária.

Entretanto, como são um complemento para as operações, o uso desses equipamentos deve ser feito de forma programada, haja vista que não oferecem a segurança necessária e não há garantia de sigilo nas comunicações ao utilizar esse meio.

Há de se levar em conta que ao utilizar os sistemas satelitais civis, principalmente os veiculares, há uma maior mobilidade por parte da tropa, já que não há necessidade de parada para o estabelecimento de enlaces de alta capacidade, bem como haverá também um maior fornecimento de dados da operação, como imagens e documentos que podem ser vitais para o

apoio à decisão. O envio de geolocalização também garante maior segurança e é de extrema importância para o comando e controle.

O PESE (Programa Espacial de Sistemas Espaciais) prevê o lançamento de novos satélites após o lançamento bem sucedido do SGDC-1 em 2017. O SGDC-2, previsto para 2022 deve complementar a rede de dados do SISCOMIS, aumentando a capacidade de banda do sistema.

Contudo, é necessário o desenvolvimento de terminais terrestres, principalmente o veicular, para que a capacidade da rede satelital já existente possa ser melhor aproveitada e que haja economia de gastos do Governo Brasileiro, devido à maior independência nessa área da tecnologia. Essa é a maior demanda do sistema de comunicação satelital brasileiro, pois há gastos contínuos com a utilização de equipamentos satelitais de empresas privadas em operações que necessitam de mobilidade.

REFERÊNCIAS

- ARIANESPACE. **Flight VA236: Arianespace logs 78th successful Ariane 5 launch in a row, orbits telecom satellites for Brazil and South Korea**. 2017. Disponível em: <https://www.arianespace.com/press-release/flight-va236-arianespace-logs-78th-successful-ariane-5-launch-in-a-row-orbits-telecom-satellites-for-brazil-and-south-korea/>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- BAPTISTA, R; MARINS, C. Sistemas de Comunicação via Satélite operando em Banda Ka. **Revista de Seleção Documental do GLPA**, dez 2012.
- BRASIL, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **C24-2: Administração de Radiofrequências**. 2ª ed. 2002.
- BRASIL, Ministério da defesa. Exército Brasileiro. **EB20-MC-10.209: Geoinformação**. 1ª ed. 2014.
- BRASIL, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **EB20-MC-10.223: Operações**. 5ª ed. 2017.
- BRASIL, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **EB20-MC-10.246: As Comunicações nas Operações**. 1ª ed. 2020.
- BRASIL, Ministério da Defesa. **MD20-S-01: Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE)**. 1 ed. Brasília, DF, 2018.
- CAIAFA, Roberto. **Thales Alenia Space transfere tecnologia para a indústria brasileira**. Tecnologia e Defesa. 2019. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/>. Acesso em: 20 fev. 2022.
- CARLEIAL, Aydano Barreto. **Uma Breve História da Conquista Espacial**. 1999. 10 p. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/78/70. Acesso em: 20 jul. 2021.
- CARVALHO, R. S.; MATOS, P. O.. **Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC): possibilidades de Transferência de Tecnologia (TT) para a indústria espacial brasileira**. 2018. Disponível em: www.rest.uff.br/index.php/rest/article/view/156. Acesso em: 5 fev. 2022.
- CELLHIRE SATELLITE. **Iridium Coverage Map**. 2022. Disponível em: <https://www.cellhire.com/satellite/coverage-maps/iridium>. Acesso em: 22 fev. 2022.

COBHAM. **Explorer 325 BGAN Terminal**. 2022. Disponível em: <https://sync.cobham.com/satcom/products/land-mobile/satcom/l-band/bgan-on-the-move/explorer-325/c-24/c-101/p-232>. Acesso em: 23 mar. 2022.

CORREIA, G. B. B.. **Satélite geoestacionário de defesa e comunicações (SGDC): aplicabilidade do conhecimento de concepção e emprego aos militares do Exército Brasileiro**. . 2020. Disponível em: www.bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/8409. Acesso em: 5 fev. 2022.

Exército Brasileiro. **37º BATALHÃO DE INFANTARIA LEVE – MARCHA PARA O COMBATE**. Exército Brasileiro. 2022. Disponível em: <http://www.eb.mil.br/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Conheça o SISCOMIS**. 2020. Disponível em: www.12ciacoml.eb.mil.br/index.php/fale-conosco/57-secao-de-informatica/158-conheca-o-siscomis. Acesso em: 5 fev. 2022.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Os satélites e suas aplicações**, f. 24. 2007. 47 p.

GEOBORDERS. **The IRIDIUM system**. 2012. Disponível em: <https://geoborders.com/iridium/en/iridium.htm>. Acesso em: 20 mar. 2022.

GLOBALSAT. **BGAN Safari**. 2022. Disponível em: <https://globalsat.com.br/produtos/bgan-safari>. Acesso em: 22 mar. 2022.

GLOBALSAT. **ISATPHONE 2**. 2022. Disponível em: <https://globalsat.com.br/produtos/isatphone-2>. Acesso em: 22 fev. 2022.

GLOBALSTAR. **SPOT X**. 2022. Disponível em: <https://www.globalstar.com/pt-br/products/spot-for-business/spotx>. Acesso em: 22 fev. 2022.

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

HUGHES. **Hughes 9450-C11 Series BGAN Mobile Satellite Terminal**. 2022. Disponível em: <https://www.hughes.com/>. Acesso em: 22 mar. 2022.

INMARSAT. **BGAN**. 2022. Disponível em: <https://www.inmarsat.com/en/solutions-services/government/services/bgan.html>. Acesso em: 22 mar. 2022.

INMARSAT. **Who we are**. 2022. Disponível em: <https://www.inmarsat.com/en/about/who-we-are.html>. Acesso em: 20 mar. 2022.

IRIDIUM. **Iridium 9555**. 2022. Disponível em: <https://www.iridium.com/products/iridium-9555/>. Acesso em: 22 fev. 2022.

JUNIOR, P. R. B. **Operação Saci 2020 – Brigada Paraquedista realiza exercício aeroterrestre em Resende**. Tecno e Defesa. 2020. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

MOTOROLA SOLUTIONS. **O que é P25? Uma breve definição**. 2006. Disponível em: https://www.motorolasolutions.com/pt_xl/solutions/what-is-p25.html. Acesso em: 20 jul. 2021.

PRANDEL, Paulo. **Possibilidades e limitações da utilização de comunicações satelitais militares UHF para o emprego tático militar**. 2016 Trabalho de Conclusão de Curso - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2016.

SANTOS, V. H. O.; GOMES, S. R.. **Satélites Artificiais: Fundamentos físicos e utilidades**. IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN, 2013. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ocs/index.php/congic/ix/paper/viewFile/777/326>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SATELLITE PHONE STORE. Satellite Phone Store. 2022. Disponível em: <https://satellitephonestore.com/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SCORSIM, E. M. **ANATEL Will Define the Frequency Reallocation for Defense, Public Security, and Army Radiocommunication Services**. 2021. Disponível em: <https://direitodacomunicacao.com.br/anatel-will-define-the-frequency-reallocation-for-defense-public-security-and-army-radiocommunication-services/>. Acesso em: 21 fev. 2022.

SOUZA, P. N. **Satélites e Plataformas Espaciais**. 2007. 2007 p. Disponível em: <https://livrozilla.com/doc/358107/sat%C3%A9lites-e-plataformas-espaciais>. Acesso em: 23 jul. 2021.

SPECTRA. **What is COTM (Communications On The Move)?**. 2022. Disponível em: <https://spectra-group.co.uk/what-is-cotm/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

STEPANOV, Anatolii. **Ukrainians Wake Up To War**. 2022. Disponível em: <https://www.npr.org/2022/02/24/1082908097/ukrainians-wake-up-to-war>. Acesso em: 20 mar. 2022.

VALENTE, Nelcinei de Freitas. **Possibilidades e vulnerabilidades concernentes à guerra eletrônica (medidas de proteção eletrônica e medidas de ataque eletrônico) das tecnologias componentes do sistema rádio troncalizado em operações de garantia da lei e da ordem em área urbana, tendo como referência o município do Rio de Janeiro**. .

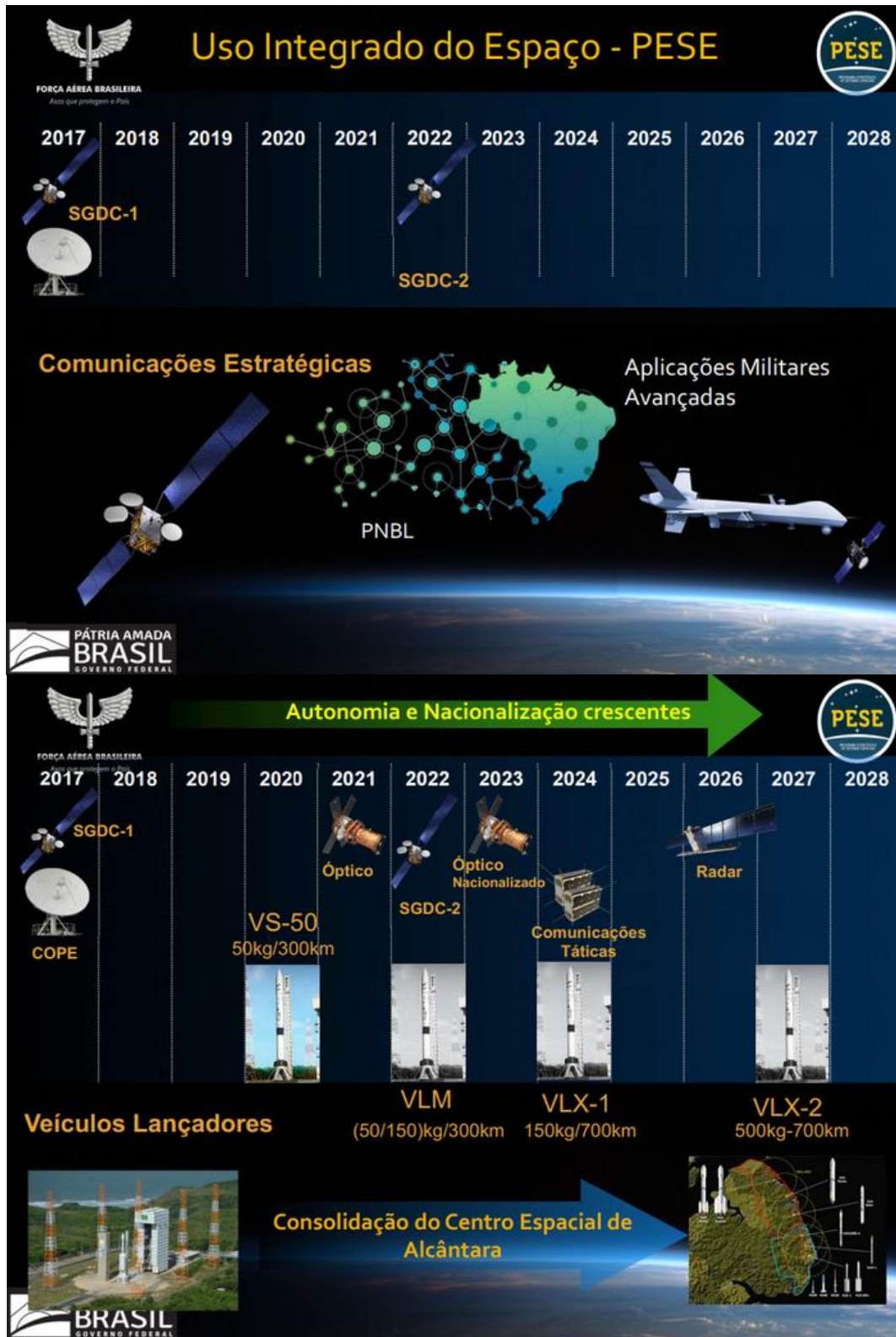
2009 Trabalho de Conclusão de Curso - Centro de Instrução de Guerra Eletrônica, Brasília, 2009.

VALLE, Carlos Magno Catharino Olsson. **COMUNICAÇÃO POR RADIO FREQUÊNCIA PARA CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS (CLP)**. 2013 Trabalho de Conclusão de Curso - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2013.

VECTORNAV. **Satcom On The Move (SOTM)**. 2022. Disponível em: <https://www.vectornav.com/applications/satcom-on-the-move>. Acesso em: 20 mar. 2022.

ANEXO

ANEXO A — Projetos futuros do PESE



Fonte: Brasil (2018)