

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

Alan Eduardo Cunha Araújo

**SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES
ESTRATÉGICAS: CONTRIBUIÇÕES PARA AS OPERAÇÕES MILITARES E
SOBERANIA NACIONAL**

**Resende
2023**

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

TÍTULO DO TRABALHO: SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES ESTRATÉGICAS:
CONTRIBUIÇÕES PARA AS OPERAÇÕES MILITARES E SOBERANIA NACIONAL.

AUTOR: ALAN EDUARDO CUNHA ARAÚJO

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

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

A AMAN 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 do Diretor de Ensino da AMAN.

Resende, 31 de maio de 2023



Assinatura do Cadete

Dados internacionais de catalogação na fonte

A663s ARAÚJO, Alan Eduardo Cunha

Satélite geoestacionário de defesa e comunicações estratégicas: contribuições para as operações militares e soberania nacional / Alan Eduardo Cunha Araújo – Resende; 2023. 32 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Walfredo Bento Ferreira Neto
TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2023.

1. Satélite. 2. SGDC. 3. Comunicações. 4. Soberania. I. Título.

CDD: 355

Ficha catalográfica elaborada por Aline Viegas da Costa CRB-7/7409

Alan Eduardo Cunha Araújo

**SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES
ESTRATÉGICAS: CONTRIBUIÇÕES PARA AS OPERAÇÕES MILITARES E
SOBERANIA NACIONAL**

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: TC QCO Walfredo Bento Ferreira Neto

Resende
2023

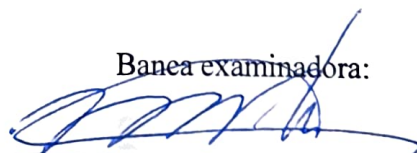
Alan Eduardo Cunha Araújo

**SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES
ESTRATÉGICAS: CONTRIBUIÇÕES PARA AS OPERAÇÕES MILITARES E
SOBERANIA NACIONAL**

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 18 de Agosto de 2023:

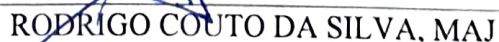
Banca examinadora:



WALFREDO BENTO FERREIRA NETO, TC
(Presidente/Orientador)



JOSÉ RENATO MONTEIRO DE CARVALHO, CEL



RODRIGO COUTO DA SILVA, MAJ

Resende
2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir que eu chegasse ao fim da formação com saúde e alegria no coração, apesar de ter passado por vários momentos de dificuldades e incertezas.

Na consecução deste trabalho, que marca o encerramento de uma jornada acadêmica tão desafiadora, não posso deixar de agradecer aos meus pais, Wagner e Ênia, minhas irmãs Ana Lúcia e Lara e o restante da minha família e amigos, que me ofereceram tanto suporte.

Por último, agradeço ao meu orientador, TC Walfredo Bento Ferreira Neto, cujas correções e incentivos auxiliaram na elaboração deste trabalho, além dos vastos conhecimentos transmitidos nas aulas de Geopolítica durante o 3º ano da AMAN, os quais despertaram em mim e em meus colegas de turma um grande interesse e admiração por esta área de estudo.

RESUMO

SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES ESTRATÉGICAS: CONTRIBUIÇÕES PARA AS OPERAÇÕES MILITARES E SOBERANIA NACIONAL

AUTOR: Alan Eduardo Cunha Araújo

ORIENTADOR: TC QCO Walfredo Bento Ferreira Neto

Este trabalho de conclusão de curso trata de analisar as contribuições do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) às operações militares e em prol da soberania nacional. Foram evidenciados os principais aspectos da comunicação via satélite; os principais sistemas que se beneficiam do SGDC no Brasil, tais como o Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS) e o Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON), com o objetivo de ampliar o conhecimento relativo às comunicações por satélite e analisar como elas impactam as operações militares, além de avaliar a importância da nacionalização da operação e controle desses meios. Por meio de pesquisas documentais e bibliográfica, foram abordados a evolução das comunicações por satélite, o histórico do Programa Espacial Brasileiro, até o lançamento do SGDC-1, suas principais aplicações militares e civis, e foi destacado o conceito de soberania tecnológica. Diante das informações coletadas, o trabalho conclui que o SGDC contribui positivamente para o apoio de comunicações no cumprimento das missões do Exército Brasileiro e para a soberania nacional.

Palavras-chave: Satélite. SGDC. Comunicações. Soberania.

ABSTRACT

GEOESTACIONARY SATELLITE FOR DEFENSE AND STRATEGIC COMMUNICATIONS: CONTRIBUTIONS TO MILITARY OPERATIONS AND NATIONAL SOVEREIGNTY

AUTHOR: Alan Eduardo Cunha Araújo

ADVISOR: TC QCO Walfredo Bento Ferreira Neto

This study aims to analyze the contributions of the Geostationary Defense and Strategic Communications Satellite (SGDC) to military operations and national sovereignty. The study focuses on the main aspects of satellite communication and the key systems benefiting from SGDC in Brazil, such as the Military Satellite Communications System (SISCOMIS) and the Integrated Border Monitoring System (SISFRON). The objective is to enhance knowledge regarding satellite communications, examine their impact on military operations, and evaluate the importance of nationalizing the operation and control of these resources. Through documentary and bibliographic research, the evolution of satellite communications, the history of the Brazilian Space Program, up to the launch of SGDC-1, its main military and civilian applications, and the concept of technological sovereignty were addressed. Based on the gathered information, the study concludes that SGDC positively contributes to supporting communication aspects of the missions fulfilled by the Brazilian Army and to national sovereignty.

Keywords: Satellite. SGDC. Communications. Sovereignty.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de Enlace por Satélite.....	13
Figura 2 – Órbitas de Satélites.....	14
Figura 3 – SGDC-1.....	16
Figura 4 – Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC2).....	17
Figura 5 – Exemplos de TT e TL.....	18
Figura 6 – Estrutura do SISFRON.....	20
Figura 7 – Terminal do SGDC em Brumadinho.....	25
Figura 8 – Instrução prática de SISCOMIS para cadetes do 4º ano da AMAN.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS.....	11
1.1.1	Objetivo geral	11
1.1.2	Objetivos específicos	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	COMUNICAÇÃO VIA SATÉLITE.....	13
2.1.1	TIPOS DE ÓRBITA.....	14
2.1.2	VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ÓRBITA GEOESTACIONÁRIA.....	14
2.2	EVOLUÇÃO DA COMUNICAÇÃO SATELITAL NO BRASIL.....	15
2.3	O SGDC.....	15
2.4	APLICAÇÕES MILITARES.....	16
2.4.1	SISTEMAS DE C2.....	17
2.4.2	SISCOMIS.....	18
2.4.3	SISFRON.....	19
2.5	TECNOLOGIA E SOBERANIA.....	20
3	REFERENCIAL METODOLÓGICO	22
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	22
3.2	MÉTODOS.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

As evoluções tecnológicas do século XX e XXI são responsáveis por um mundo extremamente conectado e dinâmico, sendo o desenvolvimento e a implementação de tecnologias de comunicação globais elementos cruciais desse processo de transformação (SLOTTEN, 2002). Nesse sentido, os satélites se tornaram meios essenciais para a capacidade de defesa de um país, possibilitando a integração segura e autônoma entre os escalões de comando em diferentes níveis e seus elementos subordinados. Além disso, eles são fundamentais para outras áreas, como o monitoramento ambiental e a pesquisa científica.

Foi o lançamento do *Sputnik 1*, pela URSS (1957), que iniciou a corrida pela conquista do domínio espacial. O mundo vivia a Guerra Fria, em um contexto de inquietação política que catalisou a conquista deste espaço. As simples estações repetidoras, como o Sputnik, evoluíram em capacidades e funções, se tornando cada vez mais parecidas com os sofisticados satélites que hoje operam em diferentes altitudes e órbitas terrestres, possibilitando serviços como a telefonia, acesso à internet, transmissão de imagens, georreferenciamento, estudos atmosféricos, sensoriamento remoto, dentre outros (ARAUJO, 2014).

Em 2017, o Brasil lançou, a partir da Guiana Francesa, o SGDC-1, fabricado pela *Thales Group* (França), sendo este o primeiro satélite totalmente operado e controlado pelo Estado brasileiro, em parceria com a Embraer e a Telebrás. O projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas foi concebido para prover a transmissão de dados com alta velocidade referente a todo o território nacional, incluindo a Amazônia Azul¹, para aplicações civis (banda Ka); e uma parte reservada às Forças Armadas, na banda X (VISIONA, 2017).

O Exército Brasileiro, juntamente com a Marinha e a Aeronáutica, acompanhou e se aproveitou da evolução dos satélites, visto que no cumprimento de suas missões, são demandadas tecnologias modernas de comunicações e comando e controle (C²), com atenção especial a segurança, continuidade e integralidade no trâmite de informações. Diante dessa necessidade, o SGDC visa contribuir com a operação de diversos sistemas militares empregados pelas Forças Armadas, como o Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS) e o Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON), dentre outras contribuições (DEMINICIS, 2018).

¹ Área de 3,5 milhões de quilômetros quadrados (km²) de espaço marítimo, onde apenas o Brasil pode explorar economicamente. É chamada de “Amazônia Azul” numa comparação à importância da floresta amazônica para o país, por conta das riquezas naturais e minerais abundantes lá encontradas.

A ciência e a tecnologia são de vital importância para o desenvolvimento econômico, social e para o poder dos Estados (GERALDO, et al. 2017), conseqüentemente, o desenvolvimento autônomo de sistemas de defesa constitui um esforço relevante em prol da soberania tecnológica do país. É notório que o Brasil ainda possui um elevado nível de dependência tecnológica em sistemas e materiais de emprego militar (SMEM) de outras nações, o que evidencia a relevância dos projetos de satélites nacionais, dentre os quais podemos destacar o SGDC.

Diante de tal cenário, cabe a seguinte problematização: o Programa do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas, concretizado com o lançamento do SGDC-1, tem cumprido as missões estabelecidas em seu projeto, e vem contribuindo positivamente para as comunicações militares e, por conseguinte, para a soberania nacional? Caso positivo, em que medida e de que forma? No caso negativo, por que não?

De acordo com esse questionamento, este trabalho tem o objetivo de expor a importância do desenvolvimento de sistemas de comunicações por satélite, analisar o projeto do SGDC à luz dos princípios das comunicações militares, indicando a contribuição do mesmo para as operações militares, além de verificar o impacto desse projeto na defesa da soberania nacional, destacando ainda possíveis limitações e oportunidades de melhoria na operação do SGDC-1.

Após essa introdução, o segundo capítulo do trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre os sistemas de comunicações por satélite, destacando suas principais características e vantagens. Em seguida, é abordado o SGDC, descrevendo sua concepção, desenvolvimento, lançamento e situação atual. Nesse capítulo, também são analisadas as principais contribuições do projeto para as comunicações do Exército Brasileiro. No capítulo 4, são apresentados exemplos concretos de como o SGDC tem sido utilizado para melhorar as comunicações militares em diferentes contextos operacionais, discutindo também os benefícios para a soberania nacional. Por fim, o capítulo cinco inclui uma conclusão que resume os principais achados da pesquisa e destaca suas implicações para as operações militares e para a soberania nacional.

Essa pesquisa se justifica por ampliar o conhecimento relativo às comunicações por satélite e questionar como elas podem impactar o cumprimento das missões do Exército Brasileiro, ao contribuir ou não para o estabelecimento de enlaces seguros de voz e dados, avaliando também a importância da nacionalização da operação e controle desses meios, de modo a promover a autonomia e segurança das comunicações críticas do Ministério da Defesa e das Forças Armadas, em prol da soberania nacional.

Os conhecimentos adquiridos neste trabalho poderão ser aproveitados posteriormente por contribuir para a formação de oficiais do Exército Brasileiro, particularmente da arma de Comunicações, ao aumentar o entendimento sobre as capacidades do SGDC, meio tecnológico de altíssimo nível em operação no Brasil, e sobre a importância do mesmo para a soberania nacional. Além disso, o estudo promove a interdisciplinaridade entre as matérias de Emprego das Comunicações e Geopolítica, uma vez que o SGDC é um projeto estratégico que envolve tanto aspectos das comunicações militares quanto políticos. A compreensão desses aspectos pode ser útil para a formação de oficiais mais preparados para lidar com os desafios da defesa nacional no século XXI.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral fazer uma análise das possíveis contribuições do Programa do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas, verificando se os resultados deste projeto têm sido positivos para as comunicações em operações militares e em prol da soberania brasileira.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para o objetivo geral descrito anteriormente ser atingido, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

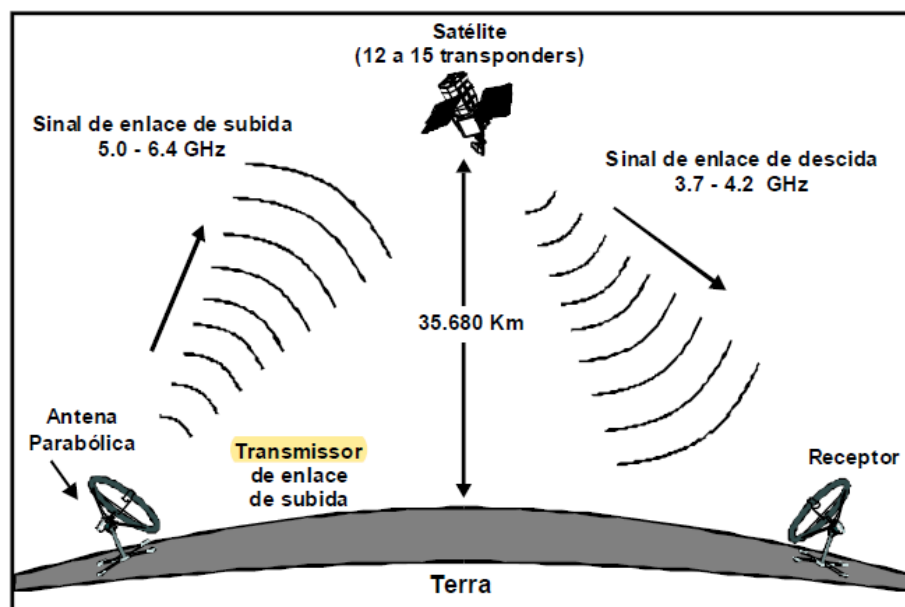
- apresentar a importância do desenvolvimento e da operação de sistemas de comunicações por satélite;
- examinar o projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas e sua situação atual;
- realizar um levantamento das contribuições do SGDC para as comunicações em operações do Exército Brasileiro e para a soberania nacional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 COMUNICAÇÃO VIA SATÉLITE

Um satélite artificial é qualquer equipamento criado pelo homem que orbita o planeta após ser lançado ao espaço por meio de foguetes e que possui alguma função específica como a observação, comunicação, meteorologia, dentre outras.

Figura 1: Sistema de Enlace por Satélite



Fonte: C 11-1 Emprego das Comunicações (1997)

Segundo o Manual C 11-1 Emprego das Comunicações, o enlace por satélite trabalha na faixa de microondas, cuja alta frequência possibilita transmissões de alta diretividade e confiabilidade do sinal.

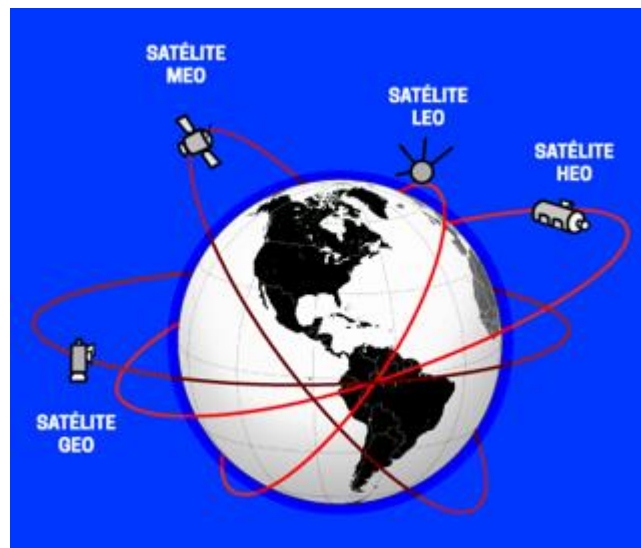
São componentes principais do satélite, as antenas transmissoras (transmitem os sinais para a Terra), as antenas receptoras (captam os sinais da Terra), e os *transponders* (convertem as frequências de subida e descida) (BRASIL, 1997).

Além do satélite propriamente dito, o enlace depende de uma estação terrestre transmissora, que transmite as informações desejadas a partir de um ponto no globo terrestre (na área de cobertura do satélite) e uma estação terrestre receptora, que recebe e processa essas informações (BRASIL, 1997).

2.1.1 TIPOS DE ÓRBITA

A órbita de um satélite é a trajetória percorrida ao redor do globo terrestre. Diferentes órbitas possuem suas próprias características, influenciando ainda o tipo de satélite e suas possíveis aplicações. Existem quatro tipos de órbitas, a *Low Earth Orbit* (LEO), caracterizada por uma altitude pequena com um curto período de revolução, a *Medium Earth Orbit* (MEO), com uma distância intermediária, a *High Elliptical Orbit*, que segue uma trajetória elíptica inclinada com a Terra, e a mais importante para este trabalho, a *Geosynchronous Earth Orbit* (GEO), cujo trajeto é circular e paralelo a linha do Equador, com o satélite se mantendo fixo na sua posição em relação à Terra, a uma altitude de cerca de 36.000 km e tempo de revolução de aproximadamente 24 horas (ABRASAT, 2018).

Figura 2: Órbitas de Satélites



Fonte: ABRASAT (2016)

2.1.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ÓRBITA GEOESTACIONÁRIA

A órbita geoestacionária (GEO) possui várias vantagens se comparada aos demais tipos de órbitas. Possui uma área de cobertura bem mais ampla, sendo necessário apenas 3 satélites para cobrir toda a superfície terrestre, por exemplo. Além disso, sua posição fixa (tendo como referencial a Terra) permite o fácil apontamento de estações terrestres, que não necessitam de correções angulares ao longo do tempo em operação.

Entretanto, é possível notar como desvantagens um tempo de latência (*delay*) superior, dado a distância elevada de quase 36.000 km, que pode prejudicar, por exemplo, o emprego de

aplicações de voz/vídeo em tempo real. Outro ponto é que as transmissões nessa distância deterioram muito o sinal eletromagnético, o que demanda mais tecnologia de processamento nos equipamentos de estação terrestre, afetando também o custo dessas estruturas (RF WIRELESS WORLD, 2012).

2.2 EVOLUÇÃO DA COMUNICAÇÃO SATELITAL NO BRASIL

O primeiro emprego de satélites pelo país foi através da utilização de *transponders* alugados do Intelsat-1, o primeiro satélite comercial de para comunicações, lançado em 1965 pelos EUA. No mesmo ano foi criada pelo governo a Embratel e, em 1972, a TELEBRAS (DEMINICIS, 2018).

Já em 1985 foi lançado o primeiro satélite brasileiro, o Brasilsat A1, construído pela *Spar Aerospace e Hughes* (Canadá e EUA). Sua operação era totalmente nacional, através da Embratel, o que colocou o Brasil em uma posição vantajosa ao não necessitar mais terceirizar suas comunicações nacionais em *transponders* alugados de satélites estadunidenses.

Em 1986 foi lançado o Brasilsat A2, idêntico ao seu antecessor. Nos anos 90 o Brasil se destacou ao conseguir desenvolver satélites nacionais de baixa órbita para dados meteorológicos, o SCD-1 e SCD-2 (Satélite de Coleta de Dados), operados pelo INPE (DEMINICIS, 2018).

Em 1994 deu início a segunda geração de satélites controlados pelo Brasil, os Brasilsat série B, cuja operação era nacional, a cargo da Embratel. Entretanto, a empresa foi privatizada em 1998, o que culminou na perda da autonomia do Brasil no controle das comunicações via satélite. Visando a restabelecimento dessa autonomia e à soberania, foi criado o projeto do Satélite Geoestacionário de Comunicações de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), por meio de uma parceria público privada, visando atender tanto demandas militares como civis, pela operação nas bandas Ka e X (DEMINICIS, 2018).

2.3 O SGDC

O projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas visa à construção e operação de satélites da órbita geoestacionária, com aplicações mistas (civis e militares). Atualmente, foi lançado e está em operação o SGDC-1, construído em Cannes (França) pela *Thales Alenia Space*, com supervisão da *Visiona Tecnologia Espacial* (união da

Embraer e Telebrás). O equipamento, lançado pelo foguete Ariane V na Guiana Francesa, pesa 5,8 toneladas, possui 5 metros de altura e 58 Gbps de capacidade (TELEBRAS, 2017).

Figura 3: SGDC-1



Fonte: Telebrás (2017)

Esse audacioso projeto provê meios seguros e soberanos para as comunicações estratégicas do País, e traz avanços tecnológicos graças a transferência de tecnologia proporcionada entre a fabricante e a *joint-venture*² da Embraer e Telebrás. Além disso, possibilitará o acesso de comunidades isoladas à internet, contribuindo para a inclusão digital da população brasileira (DO AMARAL, et al. 2017).

A possibilidade de aplicações mistas se dá pela operação em duas faixas distintas (por diferentes *transponders*). 70% da capacidade do SGDC-1 (banda Ka) se destina a aplicações civis, tais como o fornecimento de banda larga em áreas remotas, o monitoramento ambiental e o apoio à pesquisa científica, dentre outras. Enquanto que o restante, operando na banda X, possibilita importantes aplicações militares, especialmente nos sistemas de comando e controle (C2) do país.

2.4 APLICAÇÕES MILITARES

Segundo o Manual de Campanha de Comando e Controle (EB20-MC-10.205), “A digitalização do espaço de batalha implica o uso de sistemas e tecnologias digitais no domínio operativo para ganhar, trocar, correlacionar e usar as informações rapidamente” (BRASIL, 2015).

² Associação econômica entre duas empresas, com um período e objetivo delimitados.

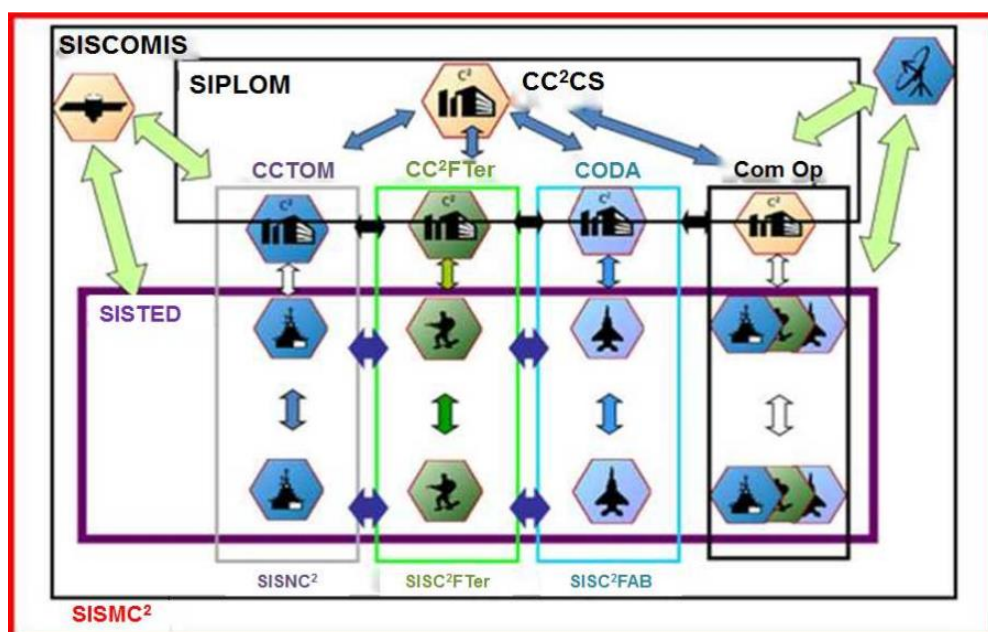
Cerca de 30% da capacidade do SGDC-1 é exclusivamente destinada ao uso militar, utilizando-se de uma faixa de frequência restrita, conhecida como banda X (TELEBRAS, 2017). Isso possibilita às forças armadas melhores condições de acesso a canais de voz e dados, com alto nível de segurança, disponibilidade e rapidez.

Na prática, o SGDC aumenta as capacidades de vários sistemas em operação, dos quais podemos destacar o Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS), o Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²), além do Sistema Integrado de Monitoramento das Fronteiras (SISFRON) e do Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM). (DO AMARAL, et al. 2017). Princípios importantes das Comunicações Estratégicas são proporcionados a esses sistemas militares, como a confidencialidade, disponibilidade, autenticidade e integridade das informações (DEMENICIS, 2019).

2.4.1 SISTEMAS DE C2

Os sistemas de Comando e Controle (C2) são essenciais para o planejamento, execução e controle de operações militares e outras atividades que envolvem ações coordenadas em larga escala. Esses sistemas são compostos por uma variedade de recursos que trabalham juntos para ajudar a gerenciar as informações em tempo real e possibilitar ao Comando a tomada de decisões rápidas e efetivas (BRASIL, 2019).

Figura 4: Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²)



Fonte: Exército Brasileiro (2019)

O Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²) abrange os sistemas de C² das Forças Armadas (Exército, Marinha e Aeronáutica) e possibilita a integração entre órgãos, inclusive podendo ser interligado à Presidência da República. A atividade de C² propriamente dita se desenvolve por meio dos Centros de Comando e Controle (CC²), cujo órgão central é o CC² do Ministério da Defesa.

O Manual EB20-MC-10.205 reforça a importância desse sistema para a efetividade das operações militares. Além disso, ressalta a necessidade de integração com outros sistemas e recursos, como a inteligência e a logística, para garantir a sincronização das operações (BRASIL, 2019).

2.4.2 SISCOMIS

O principal sistema de comunicações do SISMC2 é o Sistema de Comunicações Militares por Satélite, composto por estruturas que possibilitam enlaces digitais se utilizando de satélites geoestacionários. O sistema foi concebido em 1983 e tinha como objetivo inicial de funcionar como uma rede de telefonia para interligar comandantes de OM (Organizações Militares) de interesse da EMG (Estrutura Militar de Guerra), mas evoluiu nas décadas seguintes para uma rede capaz de prover voz, dados e videoconferência (DEMINICIS, 2018).

Diferentes tipos de terminais podem ser utilizados para as comunicações do SISCOMIS. Terminais portáteis (TP), leves (TL), transportáveis (TT), rebocáveis (TR), fixos, veiculares, móveis navais (MN), móveis aeronáuticos, móveis terrestres e móveis submarinos.

Figura 5: Exemplos de TT e TL, do Batalhão Escola de Comunicações e da 20ª Cia Com PQDT, respectivamente



Fonte: Autor (2023)

Atualmente o SISCOMIS é de responsabilidade da Subchefia de Comando e Controle (SC-1) da Chefia de Operações Conjuntas do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA) do Ministério da Defesa (MD). A Rede Operacional de Defesa (ROD), uma integração das redes das forças armadas, utiliza o SISCOMIS como meio principal de tráfego de dados e as redes digitais de cada Força Armada como canal alternativo.

No nível tático, as unidades que possuem esse meio o empregam constantemente em suas operações devido a facilidade de transporte dos terminais portáteis e leves, a alta cobertura (todo o território nacional), além de se aproveitar das características da transmissão satelital, como a alta disponibilidade, qualidade do sinal e flexibilidade de instalação (12ª COMPANHIA DE COMUNICAÇÕES LEVE, 2020).

2.4.3 SISFRON

O Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON) é um projeto do Exército Brasileiro que visa monitorar e controlar as fronteiras terrestres do país, mediante o sensoriamento e apoio à decisão. Sua concepção se deu em decorrência da Estratégia Nacional de Defesa (END) de 2008, por iniciativa do Comando do Exército (ESCRITÓRIO DE PROJETOS DO EXÉRCITO, 2016).

Em seu projeto, o SISFRON deveria ser desdobrado ao longo de toda a faixa de fronteira brasileira (16.886 km), em uma profundidade de 150 km de largura. Entretanto, ainda não foi possível alcançar essa marca, devido às limitações de orçamento. Hoje, o sistema está operando nos estados do Mato Grosso do Sul e Paraná.

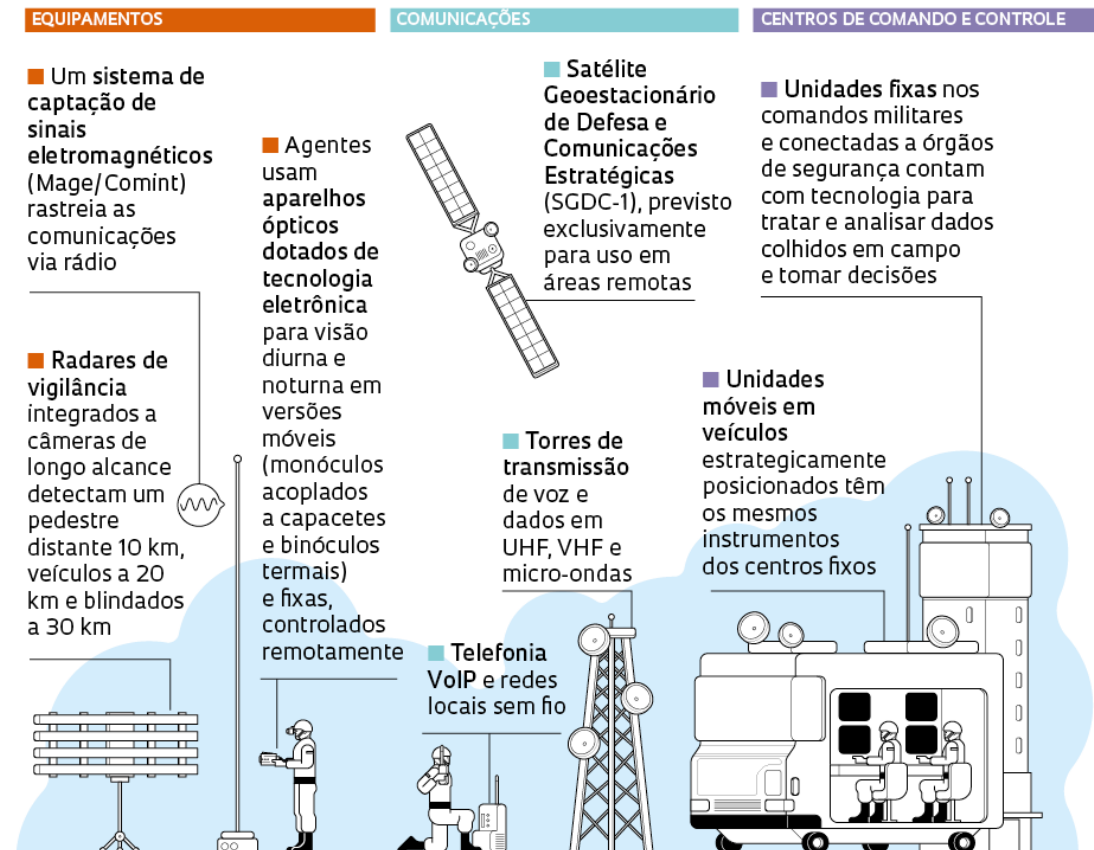
O SISFRON é composto por vários subsistemas, incluindo o subsistema de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), que foi dividido em três níveis de comunicações: táticas, estratégicas e satelitais (DEMINICIS, 2018).

O objetivo do subsistema satelital é dar flexibilidade ao sistema através do uso do Espaço, especialmente em locais que possuem restrições que impeçam ou dificultem o emprego das comunicações por meios físicos, seja pela distância, pela precariedade da infraestrutura local, ou características geográficas do terreno. A comunicação por satélite é particularmente importante para o SISFRON porque permite a transmissão de dados em tempo real nesses tipos de regiões, caracterizadas por serem remotas e de difícil acesso (DEMINICIS, 2018).

Figura 6: Estrutura do SISFRON

A estrutura do Sisfron

Conheça as tecnologias que compõem o sistema e como ele deverá funcionar



Fonte: FAPESP (2019)

2.5 TECNOLOGIA E SOBERANIA

A Política Nacional de Defesa (PND) tem a função de orientar os esforços dos vários setores da sociedade brasileira para desenvolver boas condições para a garantia da soberania do Brasil, sua integridade e a consecução dos objetivos nacionais. Em várias partes deste documento, é dada ênfase na necessidade de nacionalizar tecnologias ligadas à Defesa, como exposto na Política Nacional de Defesa de 2022:

[...] a Expressão Militar do Poder Nacional deverá contar com o apoio do Estado para: [...]; substituir os equipamentos obsoletos das Forças Armadas; **minorar o elevado grau de dependência em relação a produtos de defesa estrangeiros**; incrementar os programas de financiamento para as empresas nacionais fornecedoras de produtos de defesa, impulsionando-as nos mercados interno e externo. (BRASIL, 2022, p, 23)

Elenca ainda:

Nesse contexto, tornam-se imperiosas a criação e a ampliação de polos tecnológicos integradores, com o objetivo de **conquistar a autossuficiência em projetos** de desenvolvimento e na fabricação de sistemas de Comando, Controle, Comunicação, Computação e Inteligência (C4I), com vistas a **eliminar, progressivamente, a dependência externa**. (BRASIL, 2022, p. 28)

Soberania é um conceito fundamental nas relações internacionais e no direito público, e está relacionada à capacidade do Estado de exercer seu poder sem limitações internas ou externas.

Ao tratar da conceituação de soberania, Carlos Roberto Husek traz a seguinte noção:

A impossibilidade para o Estado de ter seu poder limitado por outro qualquer, tanto nas relações internas como nas externas, ou seja, todo Estado vencido que se vê forçado a aceitar as condições impostas pelo vencedor deixa, nesse momento, de ser soberano, perde essa qualidade. (HUSEK, 2010, p. 200)

Isso significa que o Estado não pode ser limitado por nenhum outro agente, interno ou externo, e que a soberania é perdida quando um Estado é forçado a aceitar as condições impostas por outro.

Francisco Rezek acrescenta que a soberania é a exclusividade e plenitude de competências que o Estado detém sobre as dimensões territorial e humana. De forma semelhante, isso implica que o Estado não se subordina a qualquer autoridade superior, não sendo obrigado a reconhecer nenhum poder maior que possa interferir na definição e no exercício de suas competências (REZEK, 2011).

Já a soberania tecnológica pode ser compreendida como a capacidade de um Estado de desenvolver as tecnologias que considera críticas para sua segurança e capacidade de ação. De acordo com Jakob Edler, essa definição implica na preservação da autonomia por meio do desenvolvimento e da manutenção de capacidades nacionais. A dependência de tecnologias importadas pode levar a vulnerabilidades e perda de controle sobre setores estratégicos, comprometendo a capacidade de um país de tomar decisões independentes (EDLER, et al. 2020).

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE PESQUISA

O trabalho foi desenvolvido através de uma pesquisa bibliográfica e documental, por meio da coleta de informações de diversas fontes, tais como artigos científicos, documentos operacionais, manuais de campanha do Exército Brasileiro e outras publicações, acerca de temas relacionados à comunicação via satélite, Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas, operações militares, desenvolvimento tecnológico e soberania nacional.

Diante dessa abordagem metodológica, foram feitas revisões e análises críticas das informações encontradas, para identificar os principais conhecimentos, tendências e contribuições sobre a comunicação via satélite e o papel do SGDC, a fim de embasar teoricamente a análise proposta no objetivo da pesquisa.

A revisão documental e bibliográfica permitiu uma maior compreensão sobre este meio de comunicação, tanto em situações de emprego militar como na vida civil, com o foco em suas contribuições, o que forneceu subsídios para a análise e interpretação dos resultados obtidos.

3.2 MÉTODOS

Para a realização da pesquisa proposta, foi realizado um estudo sobre o que o SGDC vem possibilitando às capacidades de comunicações estratégicas e de alguns dos principais sistemas que as Forças Armadas operam, os quais usufruem de enlaces satelitais, como o SISCOMIS e o SISFRON. Além disso, foram analisados aspectos relevantes a autonomia tecnológica do Brasil.

Primeiramente, foram coletadas informações sobre a evolução das comunicações por satélite e algumas peculiaridades desse tipo de comunicação, como tipos de órbita e suas vantagens.

Após isso, foi explorada a evolução da comunicação satelital no Brasil, com foco em informações sobre o projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas e suas principais aplicações.

Dentre as aplicações militares, foi dada uma maior relevância na coleta de informações sobre o Sistema de Comunicações Militares por Satélite (SISCOMIS) e o Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON).

Por último, foi estabelecido a relação entre o desenvolvimento tecnológico nacional e a soberania nacional, destacando o que a Política Nacional de Defesa direciona nesse sentido e o conceito de soberania tecnológica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde a década de 1960, o Brasil tem acompanhado as inovações tecnológicas no campo das comunicações por satélite, com a criação do Programa Espacial Brasileiro (PEB). O principal objetivo buscado pelo programa desde sua concepção é desenvolver tecnologias para a exploração espacial, aprimorando a capacidade do país em diversas áreas, incluindo as telecomunicações. Desde então, o país investiu em satélites para melhorar a conectividade nacional e levar serviços de comunicação a regiões mais remotas e de difícil acesso.

Nesse sentido, é relevante destacar a importância de um projeto como o Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas para o Brasil, sobretudo para as comunicações militares. Além de ampliar a conectividade em todo o território, o SGDC oferece maior segurança e autonomia para o trâmite de informações sensíveis, que necessitam de sigilo e confidencialidade. A alta capacidade de transmissão de dados, garante canais de comunicação eficientes e seguros para as Forças Armadas e outros órgãos governamentais ligados à Defesa.

A capacidade civil do satélite, no entanto, não alcançou todo seu êxito de imediato. De 2017, ano de seu lançamento, até 2019, o projeto foi tomado por problemas judiciais relacionados à concessão, por parte da Telebras, do uso do SGDC para empresas privadas. A empresa norte-americana Viasat finalmente conseguiu um acordo em 2019 e passou a explorar a parte terrestre (infraestruturas no solo) das comunicações civis do SGDC. O problema é que durante esse tempo, as capacidades de banda Ka foram subutilizadas, dando um prejuízo de cerca de R\$ 800 mil por dia à Telebras (REVISTA GALILEU, 2019).

Passado o conflito jurídico, os resultados da operação do SGDC na sua porção civil (70% dos *transponders*) passaram a se mostrar muito positivos. Segundo o Ministério das Comunicações, o satélite tem sido utilizado para ampliar a oferta de serviços de *internet* banda larga em áreas remotas e rurais, beneficiando milhares de pessoas que antes não tinham acesso a esse tipo de serviço (MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES, 2023).

Cabe destacar o aumento da conectividade em escolas da rede pública de regiões remotas do país. Até maio de 2019, a parceria da Telebrás/Viasat alcançou 3,7 mil escolas conectadas, beneficiando mais de 1 milhão de estudantes. Fica evidente a relevância do SGDC para a melhoria da qualidade de vida da população brasileira e para o desenvolvimento social e econômico do país (REVISTA GALILEU, 2019).

Outro resultado prático da utilização do SGDC foi em apoio a situações emergenciais, como os desastres ocasionados pela chuva em Petrópolis (RJ), em 2022, e o rompimento da barragem em Brumadinho (MG) em 2019.

Figura 7: Terminal satelital do SGDC em Brumadinho



Fonte: Telebrás (2019)

A conectividade possibilitada pelo satélite também apoiou a recente crise na Reserva Indígena Yanomami, em Roraima, com a ativação de 15 pontos de internet na localidade, por parte da Telebrás, possibilitando uma maior capacidade de comunicação para as equipes médicas e humanitárias (TELEBRAS, 2023).

Já a parte militar, apesar de compreender apenas 30% do satélite, está cumprido sua missão desde o lançamento, e tem sido fundamental para dar suporte às operações de segurança pública e defesa do país, graças à sua tecnologia de comunicação segura e ao seu sistema de monitoramento e controle, que favorecem a transmissão de informações estratégicas. Cabe destacar o uso no SISCOMIS, que constitui um grande avanço às comunicações e Comando e Controle (C²) das forças armadas.

Além disso, está intimamente ligado as operações do SISFRON, que se aproveitam das capacidades técnicas do satélite, dando mais eficiência e conectividade às redes que compõem o Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²). A comunicação por satélite no SISFRON, que inclui enlaces de voz e a transmissão de imagens e vídeos em tempo real, permitem uma maior coordenação entre as diferentes unidades militares envolvidas nas operações, favorecendo a interoperabilidade, elemento essencial na garantia de respostas rápidas e eficazes a ameaças nas fronteiras terrestres do país.

A interoperabilidade é possibilitada devido ao acesso, através do satélite, à Rede Operacional de Defesa (ROD), um canal estratégico das forças armadas que integra os sistemas de comunicação e tecnologia da informação do Exército, Marinha e Aeronáutica em uma única rede, agilizando o trâmite de informações em operações conjuntas. Vale destacar que o principal

canal de tráfego de dados da ROD é justamente o sistema de comunicações militares por satélite, o SISCOMIS, amplamente empregado no SISFRON (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2016).

Sem os enlaces satelitais realizados via SGDC, o Exército Brasileiro ainda teria que depender fortemente em ligações ponto-a-ponto (PTP) ou na transmissão de dados via equipamentos rádio, os quais apresentam diversas limitações como a necessidade de visada direta constante entre as antenas transmissora e receptora, e taxas menores de transmissão.

Outra questão é a mobilidade oferecida pelos meios via satélite. As operações do SISFRON se beneficiam da versatilidade oferecida pelos diferentes modelos de terminais terrestres do SISCOMIS, especialmente o terminal leve (TL), que favorecem a realização de enlaces pelo SGDC mesmo em situações táticas que demandam o movimento das tropas.

Além de favorecer a mobilidade, o emprego desse meio não é limitado pela falta de recursos de comunicações locais, como fibras óticas ou mastros de antena, sendo necessários apenas os terminais terrestres e uma fonte de energia, normalmente suprida por pequenos geradores ou bancos de baterias. Isso se mostra benéfico especialmente às operações fronteiriças, cujas localizações normalmente são caracterizadas por serem remotas e desprovidas de estruturas avançadas de comunicações.

As contribuições não se limitam somente ao nível estratégico, mas também se mostram presentes no cotidiano de Organizações Militares e frações destacadas em regiões remotas no país. No nível tático, por exemplo, o SGDC está levando acesso à internet para Pelotões Especiais de Fronteira (PEF) em todo o Brasil, auxiliando o cumprimento das missões dessas tropas, ao melhorar seu comando e controle (TELEBRAS, 2022).

Nesse mesmo sentido, é importante evidenciar que companhias e batalhões da arma de Comunicações possuem a capacidade utilizar o SGDC, através dos terminais do SISCOMIS, no cumprimento de suas missões em apoio de comunicações às respectivas brigadas e divisões que as mesmas compõem. Unidades que demandam sobretudo mobilidade e flexibilidade nos meios de comunicações, como companhias de comunicações aeromóveis ou a 20ª Cia Com PQDT se beneficiam particularmente dos terminais leves e transportáveis do SISCOMIS. Esses terminais permitem levar conectividade a qualquer ponto do território nacional, sem a necessidade de existir no local uma infraestrutura prévia de comunicações.

Além das contribuições já exploradas, vale destacar que o SGDC, através do SISCOMIS e dos sistemas de C², contribui para a modernização das Forças Armadas, já que possibilita o emprego de tecnologias avançadas de comunicações à tropa que utiliza meios satelitais em suas operações, ou mesmo em situação de adestramento, como o que ocorre na

Manobra Escolar da AMAN, onde cadetes do curso de comunicações podem verificar na prática terminais do SISCOMIS realizando enlaces através do SGDC. A disponibilidade desses equipamentos modernos, associada a instrução adequada, é essencial para garantir um exército preparado para os desafios tecnológicos do século XXI.

Figura 8: Instrução³ prática de SISCOMIS para cadetes do 4º ano da AMAN



Fonte: Autor (2023)

O uso do SGDC pelos militares não é, no entanto, livre de limitações. Apenas 30% dos *transponders* são dedicados às aplicações das Forças Armadas distribuídas por todo o território nacional. Isso implica na necessidade de priorização de acesso, através do controle da Subchefia de Comando e Controle do Estado Maior Conjunto das Forças Armadas. Conseqüentemente, não é possível garantir conectividade para todas as missões ao mesmo tempo, especialmente quando se tratam de operações de adestramento.

Indo além das contribuições civis e militares já destacadas nos últimos parágrafos, e em consequência das mesmas, é importante relacionar como o Brasil tem sua soberania favorecida pelo SGDC.

A soberania está relacionada com a capacidade de um Estado de tomar decisões independentes e exercer sua autoridade sem interferência externa. Nesse sentido, a produção de tecnologias nacionais é um meio de garantir a autonomia e a capacidade de defesa do país. No

³ Além de verificar na prática como é feita a montagem e configuração do terminal terrestre do SISCOMIS, foram evidenciadas a necessidade de fazer um pedido formal de alocação de banda à subchefia de C² do EMCFA, para possibilitar o enlace e a facilidade de apontamento, graças a posição em órbita do SGDC ser fixa.

contexto das comunicações por satélite, a soberania tecnológica se torna uma questão crucial para países que almejam ser potências, como o Brasil. O SGDC-1 é um exemplo do esforço brasileiro de busca por autonomia.

O histórico de dependência tecnológica do Brasil, principalmente no que se refere à Defesa, evidencia a relevância do desenvolvimento do SGDC e de sua operação em solo brasileiro. O desenvolvimento e emprego de tecnologias de ponta como do satélite, torna-se uma questão crítica para a segurança nacional e proteção de dados sensíveis devido a crescente digitalização de setores estratégicos, como energia, transportes e telecomunicações. Ao depender de satélites operados por outros países, todos esses aspectos ficam vulneráveis a influências externas, e princípios importantes das comunicações, como a confidencialidade e a disponibilidade das informações podem ser comprometidos.

Em meados de 2013, o escândalo da espionagem estadunidense no Brasil, dentre outros países, revelado por Edward Snowden⁴, desencadeou uma série de preocupações em relação à segurança das comunicações do Brasil. Diante desse cenário, o projeto do SGDC passou a ser uma das ações empreendidas pelo Estado brasileiro para minimizar essa interferência externa. O satélite surge como uma resposta estratégica, visando fortalecer as capacidades estatais do Brasil e proteger a soberania nacional, ao ampliar o controle e a autonomia sobre as comunicações sensíveis do país (FERREIRA NETO, 2020).

É claro que o país ainda está longe de se tornar independente nesta área, visto que o SGDC foi fabricado na França por uma empresa franco-italiana (*Thales Alenia Space*) e foi lançada ao Espaço por um foguete europeu (*Ariane V*) a partir de uma base lançadora na Guiana Francesa. Entretanto, o controle, o monitoramento e a operação deste satélite são realizados por brasileiros, e esses processos se desenvolvem em território nacional, graças ao Programa de Absorção de Tecnologia, que consistiu na transferência de conhecimento da fabricante a entidades da Visiona, do Ministério da Defesa, da Agência Espacial Brasileira e do INPE (VISIONA, 2017).

A nacionalização dessas atividades contribui, mesmo que não plenamente, para o objetivo nacional de alcançar um patamar maior de soberania tecnológica. Podendo ser encarada como um passo intermediário de grande relevância neste processo.

⁴ É um ex-analista de inteligência dos Estados Unidos conhecido por revelar informações confidenciais sobre programas de vigilância em massa conduzidos pelos EUA.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foi possível analisar a importância do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) para as comunicações militares e para a defesa da soberania nacional. O SGDC é um projeto estratégico do governo brasileiro que tem cumprido seu objetivo de ampliar a conectividade em todo o território nacional, e está possibilitando o trâmite de informações sensíveis com mais segurança e autonomia.

Com base nos estudos realizados, pode-se concluir que o SGDC tem um papel importante na segurança e defesa do país, contribuindo positivamente para as comunicações militares, ao favorecer o emprego de sistemas de comando e controle, como o SISMC², de sistemas de comunicação por satélite, como o SISCOMIS e ao ampliar a capacidade do SISFRON.

As contribuições do SGDC na sociedade civil, melhorando a qualidade de vida da população brasileira, e nos sistemas e operações militares, evidenciam que o mesmo contribui para soberania nacional e favorece a inovação tecnológica em áreas como as telecomunicações e a engenharia espacial. Além das contribuições diretas, existem investimentos indiretos ocasionados pela exploração comercial do satélite e pelo programa de transferência de tecnologia.

Para garantir a soberania tecnológica do Brasil e aprimorar as comunicações civis e militares em todo o território nacional, é fundamental que haja o desenvolvimento de sistemas de comunicação por satélite. É preciso investir em tecnologia de ponta e em recursos humanos qualificados para garantir o sucesso contínuo de projetos como o SGDC. Além disso, é necessário que haja uma política pública clara e consistente voltada para o desenvolvimento do setor espacial brasileiro.

Embora o SGDC cumpra suas missões com sucesso, é importante destacar que há uma clara limitação no que diz respeito a apenas 30% da capacidade do satélite ser destinada às forças armadas (banda X). Em um país de dimensões continentais, onde inúmeras operações podem acontecer simultaneamente, se faz necessário um maior percentual de transponders de banda X, ou mesmo um satélite exclusivo para essa faixa de frequência.

No futuro, espera-se que o programa espacial brasileiro continue avançando e investindo na nacionalização de tecnologias para garantir nossa soberania e promover o desenvolvimento científico e tecnológico do país. O SGDC, apesar das dificuldades e limitações do projeto, é um exemplo bem-sucedido desse esforço, o que pode ser constatado

com os resultados positivos atingidos desde 2017, como o apoio a catástrofes e o incremento do comando e controle em organizações militares em áreas remotas.

Sugere-se que sejam realizados novos estudos sobre as necessidades futuras das comunicações por satélite no Brasil, avaliando constantemente os avanços tecnológicos e as demandas das forças armadas e dos órgãos governamentais ligados à Defesa para garantir que o país esteja sempre preparado para enfrentar os desafios futuros. Sugere-se ainda que sejam realizados novos estudos para avaliar a necessidade do investimento em novos satélites com operação em banda X, a fim de garantir a continuidade do apoio de comunicações a operações militares em todo o território nacional.

REFERÊNCIAS

12ª Companhia de Comunicações e Guerra Eletrônica. **Conheça o SISCOMIS**. Disponível em: <<https://12ciacoml.eb.mil.br/index.php/fale-conosco/57-secao-de-informatica/158-conheca-o-siscomis>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

ABRASAT. **Associação Brasileira das Empresas de Telecomunicações por Satélite**. Disponível em: <<https://abrasat.org.br/satelite/os-tipos/>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

ARAÚJO, C. A. G. **O Programa Espacial Brasileiro: Uma Oportunidade para o Fortalecimento do Poder Nacional**. Revista da Escola Superior de Guerra, v. 29, n. 58, p. 80-99, 2014.

BRASIL, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha C 103: Comando e Controle**. 2ª ed. 2019.

BRASIL, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **C 11-1: Emprego das Comunicações**. 2ª ed. 1997.

BRASIL, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **EB20-MC-10.205: Comando e Controle**. 1ª ed. 2015.

BRASIL. **POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado_e_defesa/pnd_end_congresso_.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2022.

DEMECINIS, Luciene da Silva. **O SATÉLITE GEOESTACIONÁRIO DE DEFESA E COMUNICAÇÕES ESTRATÉGICAS (SGDC): UMA ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES PARA A DEFESA NACIONAL**. Rio de Janeiro: Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, 2018.

DEMENICIS, Silva. **Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas 1 (SGDC-1)**. Disponível em: <<http://eblog.eb.mil.br/index.php/menu-easyblog/satelite-geoestacionario-de-defesa-e-comunicacoes-estrategicas-1-sgdc-1.html>>. Acesso em: 25 jul. 2022.

DO AMARAL, Cristiano Torres e colab. **A Importância Estratégica de um Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações no Confronto Cibernético**. 2017.

EDLER, Jakob et al. **Technology sovereignty: From demand to concept**. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI), Karlsruhe, Alemanha, 2020.

Escritório de Projetos do Exército. **SISFRON - Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras**. Disponível em: <<http://www.epex.eb.mil.br/index.php/sisfron>> Acesso em: 21 abr. 2023

FERREIRA NETO, Walfredo Bento. **Uma Estratégia Nacional de Defesa para além da Guerra: geopolítica cibernética e seu transbordamento econômico-tecnológico no Brasil (2008-2018)**. 2020. 318 f. Tese (doutorado). Instituto de Economia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2020.

GERALDO, Michelly S. e COSSUL, Naiane I. **Tecnologia como fator estratégico para o Brasil e para a segurança da América do Sul**. Revista Política Hoje, p. p. 37-54, 2017.

HUSEK, Carlos Roberto. **Curso de Direito Internacional Público**. 10ª ed. São Paulo, 2010.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Conceito de Operações do Sistema Militar de Comando e Controle (CONOPS SISMC²)**. 1ª Ed, 2016.

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. **Satélite responsável por conectar brasileiros em áreas remotas completa seis anos**. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2023/maio/satelite-responsavel-por-conectar-brasileiros-em-areas-remotas-completa-seis-anos>>. Acesso em: 19 maio 2023.

REVISTA GALILEU. **Satélite brasileiro leva banda larga a 1 milhão de alunos da rede pública**. Galileu, 27 jun. 2019. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2019/06/satelite-brasileiro-leva-banda-larga-1-milhao-de-alunos-da-rede-publica.html>. Acesso em: 23 abr. 2023.

REVISTA GALILEU. **Satélite geostacionário brasileiro segue dando prejuízo no espaço**. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/04/satelite-geostacionario-brasileiro-segue-dando-prejuizo-no-espaco.html>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

REZEK, José Francisco. **Direito Internacional Público: curso elementar**. 13. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

RF WIRELESS WORLD. **Advantages and disadvantages of GEO geosynchronous orbit**. Disponível em: <<https://www.rfwireless-world.com/Terminology/Advantages-and-Disadvantages-of-GEO-Geosynchronous-orbit.html>>. Acesso em: 21 abr. 2023.

SLOTTEN, Hugh. **Satellite Communications, Globalization, and the Cold War**. Technology and Culture, v. 43, p. 315–350, 1 abr. 2002.

TELEBRAS. **Conheça o SGDC**. Disponível em: <<https://www.telebras.com.br/telebras-sat/conheca-o-sgdc/>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

TELEBRAS. **Ministério das Comunicações e Telebras disponibilizam internet banda larga para Terra Yanomami**. Disponível em: <<https://www.telebras.com.br/ministerio-das-comunicacoes-e-telebras-disponibilizam-internet-banda-larga-para-terra-yanomami/>> Acesso em: 23 abr. 2023.

TELEBRAS. **Telebras conecta faixa de fronteira da Amazônia com 27 pontos satelitais**. Disponível em: <<https://www.telebras.com.br/telebras-conecta-faixa-de-fronteira-da-amazonia-com-27-pontos-satelitais/>>. Acesso em: 23 abr. 2023.

VISIONA. **Visiona Tecnologia Espacial**. Disponível em: <<https://www.visionaespacial.com.br/sgdc>>. Acesso em: 24 jul. 2022.