

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

**Gregory Correa Castilhos**

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA  
GLOBAL DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES NACIONAL NA PROJEÇÃO  
GEOPOLÍTICA DO BRASIL**

**Resende  
2023**

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

**TÍTULO DO TRABALHO:** ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA GLOBAL DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES NACIONAL NA PROJEÇÃO GEOPOLÍTICA DO BRASIL

**AUTOR:** GREGORY CORREA CASTILHOS

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, 01 de junho de 2023



Cad Gregory Correa Castilhos

Dados internacionais de catalogação na fonte

C352a CASTILHOS, Gregory Correa

Análise da influência do desenvolvimento de um sistema global de navegação por satélites nacional na projeção geopolítica do Brasil / Gregory Correa Castilhos – Resende; 2023. 39 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Renan Viana Rocha  
TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2023.

1. Projeção Geopolítica. 2. GNSS. 3. Soberania. 4. Tecnologia. I. Título.

CDD: 355

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

**Gregory Correa Castilhos**

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA  
GLOBAL DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES NACIONAL NA PROJEÇÃO  
GEOPOLÍTICA DO BRASIL**

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(a): Renan Viana Rocha

Resende  
2023

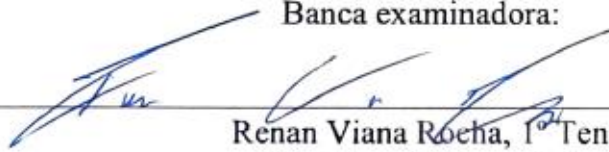
**Gregory Correa Castilhos**

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA  
GLOBAL DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES NACIONAL NA PROJEÇÃO  
GEOPOLÍTICA DO BRASIL**

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:

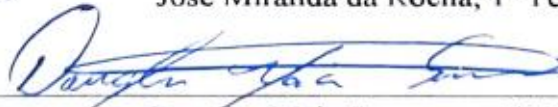
Banca examinadora:



Renan Viana Rocha, 1<sup>o</sup> Ten  
(Presidente/Orientador)



José Miranda da Rocha, 1<sup>o</sup> Ten



Douglas Maia Sarmento, 2<sup>o</sup> Ten

Resende  
2023

## RESUMO

### ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA GLOBAL DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITES NACIONAL NA PROJEÇÃO GEOPOLÍTICA DO BRASIL

AUTOR: Gregory Correa Castilhos  
ORIENTADOR(A): Renan Viana Rocha

Neste trabalho buscou-se analisar a influência do desenvolvimento de um Sistema Global de Navegação (GNSS) nacional na projeção geopolítica do Brasil. Utilizando métodos de levantamento bibliográfico, foram investigados conceitos geopolíticos, características de um GNSS e desafios envolvidos em seu desenvolvimento. Os resultados revelaram que a autonomia tecnológica proporcionada por um GNSS nacional fortaleceria a soberania e independência do Brasil, reduzindo sua dependência de sistemas estrangeiros e garantindo maior controle sobre sua infraestrutura de navegação. Além disso, o desenvolvimento de um GNSS próprio permitiria ao Brasil uma maior capacidade de monitorar, gerenciar e proteger seus recursos naturais e fronteiras, o que fortaleceria sua posição geopolítica regional e internacionalmente. A projeção de poder e influência seria reforçada, contribuindo para a soberania nacional e o posicionamento do Brasil como um ator geopolítico relevante. Outra implicação importante seria a possibilidade de o Brasil se tornar um provedor de serviços e tecnologia GNSS para outras nações. O conhecimento e a expertise adquiridos durante o processo de desenvolvimento poderiam ser compartilhados e comercializados, contribuindo para o fortalecimento da posição do Brasil como um país com expertise em tecnologia espacial e aumentando sua influência geopolítica. Assim, os resultados destacam que a construção de um GNSS brasileiro teria uma influência significativa na projeção geopolítica do país. A autonomia tecnológica, o fortalecimento da soberania nacional, a capacidade de monitoramento e proteção de recursos naturais e fronteiras, bem como a possibilidade de se tornar um provedor de serviços GNSS, são fatores que contribuiriam para fortalecer a posição do Brasil no cenário geopolítico global.

**Palavras-chave:** Projeção Geopolítica. GNSS. Soberania. Tecnologia.

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE DEVELOPMENT OF A NATIONAL GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM ON BRAZIL'S GEOPOLITICAL PROJECTION

AUTHOR: Gregory Correa Castilhos

ADVISOR: Renan Viana Rocha

In this study, it was sought to analyze the influence of the development of a national Global Navigation Satellite System (GNSS) on Brazil's geopolitical projection. Through a literature review method, we investigated geopolitical concepts, GNSS characteristics, and the challenges involved in its development. The results revealed that the technological autonomy provided by a national GNSS would strengthen Brazil's sovereignty and independence by reducing its dependence on foreign systems and ensuring greater control over its navigation infrastructure. Moreover, the development of its own GNSS would enable Brazil to enhance its capacity to monitor, manage, and protect its natural resources and borders, thus bolstering its regional and international geopolitical position. The projection of power and influence would be reinforced, contributing to national sovereignty and positioning Brazil as a relevant geopolitical actor. Another significant implication would be the possibility for Brazil to become a provider of GNSS services and technology to other nations. The knowledge and expertise acquired during the development process could be shared and commercialized, thus enhancing Brazil's position as a country with expertise in space technology and increasing its geopolitical influence. Therefore, the results highlight that the construction of a Brazilian GNSS would have a significant influence on the country's geopolitical projection. Technological autonomy strengthened national sovereignty, the capacity to monitor and protect natural resources and borders, and the potential to become a GNSS service provider are factors that would contribute to enhancing Brazil's position in the global geopolitical landscape.

**Keywords:** Geopolitics Projection. GNSS. Sovereignty. Technology.

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	6
1.1 OBJETIVOS .....	7
1.1.1 OBEJETIVO GERAL .....	7
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	8
2.1 GEOPOLÍTICA .....	8
2.1.1 SEGURANÇA EM GEOPOLÍTICA .....	11
2.2 PODER MILITAR .....	13
2.3 SISTEMA GLOBAL DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE.....	16
2.3.1 COMO UM GNSS FUNCIONA.....	18
2.3.2 PRINCIPAIS DIFICULDADE NO DESENVOLVIMENTO DE UM GNSS .....	21
<b>3 REFERENCIAL METODOLÓGICO</b> .....	25
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	25
3.1.1 MÉTODOS.....	25
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	26
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	32
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	33



# 1 INTRODUÇÃO

Sistemas Globais de Navegação por Satélite revolucionaram a forma como os países se orientam, se posicionam e se comunicam, tornando-se indispensáveis para diversos setores e atividades. A tecnologia GNSS, que engloba sistemas como o *Global Positioning System* (GPS) dos Estados Unidos, o GLONASS da Rússia, o BeiDou da China e o Galileo da União Europeia, fornece informações precisas de posicionamento e sincronização em escala global (HOFMANN-WELLENHOF et al., 2017). Além dos avanços tecnológicos, o GNSS também tem implicações significativas na geopolítica de um país, influenciando a segurança nacional, o desenvolvimento econômico e a cooperação regional. Sua influência na geopolítica de um país é multifacetada.

Em primeiro lugar, o GNSS desempenha um papel vital nas estratégias de segurança e defesa nacionais. As aplicações militares do GNSS incluem o guia de mísseis, o gerenciamento de campo de batalha e as operações de reconhecimento (HUMPAGE, DEGEN, 2020). Países que possuem capacidades avançadas de GNSS têm uma vantagem significativa em termos de operações militares e coleta de inteligência, permitindo que eles exerçam sua influência em escalas regional e global.

Em segundo lugar, o GNSS tem um impacto profundo no desenvolvimento econômico de um país. Várias indústrias, como transporte, agricultura de precisão, levantamento topográfico e telecomunicações, dependem amplamente do GNSS para posicionamento, navegação e sincronização precisos (TEIXEIRA et al., 2020). Por exemplo, a navegação precisa habilitada pelo GNSS é fundamental para o comércio marítimo, transporte aéreo e logística, contribuindo para a competitividade econômica e a conectividade de um país no mercado global.

No entanto, os países enfrentam desafios no desenvolvimento de sua infraestrutura GNSS e na garantia de sua utilização. Uma das principais dificuldades é o alto custo associado à construção e manutenção de um sistema GNSS (KOSTOV et al., 2020). Isso requer investimentos significativos na fabricação de satélites, estações de controle terrestre e centros de processamento de dados. Além disso, os países devem desenvolver uma infraestrutura robusta e resiliente para se protegerem contra interrupções intencionais ou não intencionais, garantindo a disponibilidade e confiabilidade dos serviços GNSS.

Além disso, países sem seus próprios sistemas GNSS dependem de sistemas estrangeiros, o que levanta preocupações sobre segurança nacional e potenciais vulnerabilidades. A dependência de um único sistema GNSS, como o GPS, deixa os países suscetíveis a interrupções ou negação de serviço pelo país controlador (LOGAN, POWĘSKA, 2017). Em relação a isso, uma das implicações geopolíticas é a limitação da autonomia de um país e suas capacidades de tomada de decisões estratégicas.

Compreender a influência do GNSS na geopolítica de um país é vital para os formuladores de políticas, pois isso lhes permite aproveitar a tecnologia de forma eficaz, ao mesmo tempo em que mitiga riscos potenciais. Ao desenvolver capacidades GNSS próprias, os países podem aprimorar sua segurança nacional, reduzir dependências e fortalecer sua influência geopolítica (STARES, 2021).

Portanto, essa pesquisa tem como intuito analisar a relação entre o desenvolvimento de um GNSS nacional e sua influência na projeção geopolítica do Brasil. Especificamente, verificará quais as principais dificuldades envolvidas no seu processo de construção no Brasil e analisará como a implementação e o gerenciamento dessa tecnologia no país podem se tornar elementos-chave da segurança nacional e das estratégias geopolíticas. Ao analisar as implicações políticas e estratégicas da tecnologia GNSS, este trabalho busca contribuir na compreensão da geopolítica brasileira contemporânea de navegação e comunicação.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 OBEJETIVO GERAL

Avaliar a influência do desenvolvimento de um sistema de navegação global por satélite na projeção geopolítica do Brasil.

### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar as principais áreas afetadas pelo uso de um GNSS;

Fazer um levantamento das características e principais dificuldades de implementação de tal sistema; e

Avaliar como esse sistema impactaria na projeção geopolítica brasileira.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 GEOPOLÍTICA

Geopolítica, como um campo multidisciplinar, se baseia em várias ciências sociais, como ciência política, geografia, história e economia. Seu foco principal está em compreender a relação complexa entre política e geografia, com ênfase específica em como território, recursos e cultura influenciam as relações internacionais (DALBY; Ó TUATHAIL, 1998; COHEN, 2018).

De acordo com Cohen (2018), a geopolítica está preocupada em entender como o ambiente físico e seus recursos impactam o comportamento dos Estados e outros atores no sistema internacional. Além disso, Dalby e Ó Tuathail (1998) definem geopolítica como “o estudo das formas pelas quais o poder político é manifestado espacialmente”. Essas definições destacam a essência da geopolítica, que é explorar como geografia, política e relações internacionais se intersectam. Em seu livro “*Geopolitics: A Very Short Introduction*”, Klaus Dodds esclarece que a geopolítica está preocupada com a moldagem, contestação e transformação da geografia física e humana do mundo pelo poder político e ideologia (DODDS, 2007). Essa perspectiva enfatiza o papel crucial que a geografia desempenha na moldagem da ordem global e como os atores políticos aproveitam essa compreensão para exercer seu poder.

De acordo com Dodds (2007), o termo “geopolítica” pode ser rastreado até o geógrafo alemão Friedrich Ratzel, que, no final do século XIX, usou o termo “*politische Geographie*” para descrever o estudo da influência da geografia na política. Essa definição de geopolítica mostra a conexão entre o ambiente geográfico e o poder político exercido pelos Estados e como esses dois elementos estão interligados. Na geopolítica contemporânea, o foco não é apenas na relação entre o Estado e seu território, mas também no papel da geografia e seu impacto no cenário político e econômico global. Nesse sentido, a geopolítica é um campo dinâmico que continua a evoluir e se adaptar às mudanças no sistema internacional. O artigo de Colin Flint, “*Geopolitics and the Study of International Relations*” (Geopolítica e o Estudo das Relações Internacionais), enfatiza a importância da geografia na geopolítica, argumentando que “a geopolítica é o estudo da interação entre geografia e poder nas relações internacionais” (FLINT, 2016).

As teorias e conceitos geopolíticos desempenharam um papel significativo na formação do campo das relações internacionais, especialmente no que diz respeito à compreensão do

poder, do Estado e da segurança. As perspectivas geopolíticas fornecem um quadro para analisar a distribuição de poder entre os Estados, o papel da geografia na moldagem do comportamento estatal e a influência de fatores históricos, culturais e ambientais no sistema internacional. A análise geopolítica também pode ajudar a entender a evolução das relações internacionais e as formas pelas quais elas foram moldadas pelas mudanças no cenário político e econômico global. O estudo das relações internacionais a partir de uma perspectiva geopolítica é essencial para compreender a complexa dinâmica da política global e a interconexão dos Estados no sistema internacional.

Um dos principais temas da geopolítica é o controle e gerenciamento do território. Como Flint observa, “o controle do território tem sido um problema perene para os Estados ao longo da história” (FLINT, 2016). Isso inclui questões como disputas de fronteiras, anexação territorial e estabelecimento de zonas tampão. Isso também é explicitado por Dodds, quando diz que “a geopolítica está preocupada com a importância estratégica de lugares e regiões específicas, bem como os recursos e as populações que as habitam” (DODDS, 2007). O controle do território e dos recursos, como petróleo, água e minerais, tem sido um fator-chave de conflitos ao longo da história e continua sendo uma preocupação importante nas relações internacionais contemporâneas. O controle desses recursos pode ter implicações geopolíticas significativas, já que os países buscam garantir seu abastecimento energético e manter sua competitividade econômica.

Outro tema importante da geopolítica é o papel dos Estados no sistema internacional. A geopolítica está preocupada com o poder e a influência relativa dos Estados, e como isso afeta sua capacidade de moldar a ordem mundial. Como argumenta Flint, “a geopolítica trata da distribuição internacional de poder, que é em grande parte determinada pela geografia e pelos recursos naturais” (FLINT, 2016). Essa distribuição de poder pode ser observada na forma como os Estados interagem entre si, tanto por meio da cooperação quanto do conflito.

Outros dois temas que a geopolítica se preocupa são o papel dos atores não estatais nas relações internacionais e a relação entre atividade humana e meio ambiente. Segundo Dodds, “a geopolítica também está preocupada com o papel de atores não estatais, como corporações multinacionais, organizações internacionais e organizações não governamentais” (DODDS, 2007). Os atores não estatais se tornaram cada vez mais importantes nas relações internacionais contemporâneas, e suas ações podem ter implicações geopolíticas significativas. Já Flint argumenta que a geopolítica trata da interação entre atividade humana e meio ambiente, e de como essa interação afeta o poder político e as relações internacionais (FLINT, 2016). Essa

relação tornou-se cada vez mais importante nos últimos anos, à medida que o impacto da atividade humana no meio ambiente se tornou mais pronunciado.

A identidade também é uma preocupação central da geopolítica. As perspectivas geopolíticas podem fornecer *insights* sobre como geografia e cultura moldam a identidade nacional e influenciam o comportamento dos Estados. Por exemplo, como argumenta Henderson (2017), a globalização e a disseminação de produtos culturais levaram à homogeneização da cultura, mas, ao mesmo tempo, também criaram formas de identidade e diversidade cultural que podem alimentar conflitos políticos. O estudo da geopolítica da identidade examina a interação entre cultura, identidade e geografia e como esses fatores moldam o comportamento dos Estados e as relações internacionais. De acordo com Flint, “a formação da identidade é um processo importante na criação e manutenção de reivindicações territoriais” (FLINT, 2016). Isso inclui não apenas a identidade dos Estados, mas também a identidade de grupos étnicos e religiosos dentro desses Estados. A dimensão cultural da geopolítica também inclui o estudo de como fatores culturais, como linguagem, religião e arte, moldam as relações geopolíticas. A questão da identidade também é relevante para entender como os Estados interagem entre si e como percebem seu lugar no cenário político e econômico global.

A segurança é outro tema fundamental da geopolítica. O estudo da geopolítica da segurança examina as maneiras pelas quais os Estados buscam se proteger de ameaças externas e como usam a geografia e os seus recursos para fazê-lo. Como observa Agnew em seu livro “*Geopolitics Re-visioning World Politics*”, preocupações tradicionais de segurança, como poder militar, foram ampliadas para incluir questões de segurança não tradicionais, como degradação ambiental, pandemias e ataques cibernéticos (AGNEW, 2003). A análise geopolítica ajuda a entender os impulsionadores de conflitos e cooperação entre os Estados e como a busca pela segurança pode moldar o cenário político e econômico global (HALLIDAY, 2014). O estudo da geopolítica da segurança também examina as maneiras pelas quais os Estados tentam garantir seus interesses e exercer influência além de suas fronteiras. Isso envolve analisar as estratégias e táticas empregadas pelos Estados na busca de seus objetivos de segurança, como alianças, intervenções militares e sanções econômicas (FLEISCHER, 2018). Nesse contexto, a análise geopolítica pode fornecer uma visão sobre como os Estados utilizam suas vantagens geográficas, como recursos naturais, fronteiras e acesso a locais estratégicos, para fortalecer sua segurança e projetar seu poder (BALDWIN, 2019).

Além desses temas tradicionais, Dodds (2007) sugere que a geopolítica contemporânea também inclui o estudo de questões emergentes, como a geopolítica do conhecimento e a geopolítica da internet. A geopolítica do conhecimento examina como o conhecimento é produzido, circulado e contestado em diferentes contextos geopolíticos, enquanto a geopolítica da internet explora as maneiras pelas quais as tecnologias digitais estão transformando as relações geopolíticas.

Torna-se evidente, ao examinar principalmente as obras de Klaus Dodds, Colin Flint e outros autores, que a geopolítica abrange uma ampla gama de temas que giram em torno da intrincada relação entre poder político e geografia. Esses incluem o controle de território e recursos, o papel dos Estados no sistema internacional, a influência de atores não estatais, a formação de identidade, considerações de segurança, questões ambientais e a interação entre atividades humanas e o meio ambiente. Compreender esses tópicos é essencial para compreender as relações internacionais contemporâneas e o papel fundamental que a geografia desempenha na formação da ordem global. A análise geopolítica oferece perspectivas e conhecimentos que nos permitem compreender a atual paisagem política global e antecipar desenvolvimentos futuros. Consequentemente, ela serve como uma ferramenta inestimável para formuladores de políticas, analistas e acadêmicos, auxiliando-os na tomada de decisões informadas e na navegação pelas complexidades do mundo contemporâneo.

### 2.1.1 SEGURANÇA EM GEOPOLÍTICA

Segurança, conforme definido por Mearsheimer (2001), refere-se às medidas tomadas pelos Estados para proteger seus territórios, populações e interesses de ameaças externas. Ela abrange várias dimensões, incluindo defesa militar, estabilidade econômica, bem-estar social e sustentabilidade ambiental. “A Tragédia da Política de Grandes Potências” fornece percepções valiosas sobre a dimensão de segurança da geopolítica. De acordo com Mearsheimer (2001), o sistema internacional é caracterizado pela anarquia, onde as grandes potências se envolvem em uma luta competitiva pelo domínio. A busca pelo poder e pela segurança impulsiona o comportamento dessas potências, levando a um estado de constante insegurança e potencial para conflitos.

A “Teoria da Política Internacional” de Waltz oferece uma perspectiva estrutural sobre a interação entre segurança e geopolítica (WALTZ, 1979). Waltz argumenta que a distribuição de poder entre os Estados é um determinante fundamental de suas preocupações com segurança.

A natureza bipolar, multipolar ou unipolar do sistema internacional molda os cálculos estratégicos e a dinâmica de segurança dos Estados. Do ponto de vista econômico, esses conflitos podem interromper o comércio, o investimento e a cooperação entre as nações, levando a ramificações econômicas. Nesse sentido, a tese de Huntington sobre o choque de civilizações enfatiza a importância da compreensão cultural e da cooperação para mitigar possíveis interrupções econômicas (HUNTINGTON, 1993).

Huntington, em seu trabalho “O Choque de Civilizações?”, introduz a dimensão cultural na discussão de segurança e geopolítica. Huntington argumenta que, na era pós-Guerra Fria, os conflitos surgirão não principalmente entre Estados, mas entre diferentes civilizações com identidades culturais e religiosas distintas. Tais confrontos têm implicações profundas para a segurança global e as interações estratégicas entre as nações (HUNTINGTON, 1993). Nesse contexto, a “Teoria Social da Política Internacional” de Wendt traz uma perspectiva construtivista para a segurança e geopolítica (WENDT, 1999). Wendt enfatiza o papel das interações sociais, normas e ideias na formação do comportamento dos Estados. Ele argumenta que as preocupações de segurança dos Estados não são derivadas apenas de fatores materiais, mas também são influenciadas por significados socialmente construídos e percepções de ameaças.

Entretanto, um dos principais tópicos que influenciam a segurança de um Estado é a situação em que se encontra seu desenvolvimento econômico. “Poder e Interdependência”, de Keohane e Nye Jr., destaca a complexa interação entre fatores de segurança e econômicos nas relações internacionais, enfatizando a importância das interconexões econômicas na formação do comportamento dos Estados (KEOHANE, NYE JR., 1977). Eles argumentam que a interdependência econômica cria uma rede de relacionamentos que influencia os processos de tomada de decisão dos Estados e pode servir como um mecanismo para a resolução de conflitos, atuando como fonte de segurança e vulnerabilidade. Os cálculos de segurança dos Estados não são mais impulsionados apenas pelas capacidades militares, mas também são influenciados por fatores econômicos e pela interconectividade dos mercados globais (KEOHANE & NYE JUNIOR, 1977).

Como pode ser observado, as preocupações com segurança não se limitam mais a tópicos militares. Assim como outras pesquisas na área, o trabalho de Buzan sobre estudos de segurança internacional destaca a necessidade de uma compreensão abrangente da segurança que vai além das preocupações militares. Na era pós-Guerra Fria, a agenda dos estudos de segurança internacional se expandiu para englobar as dimensões econômica, social e ambiental (BUZAN,

1991). Essa perspectiva mais ampla reconhece a interconexão dessas dimensões e seu impacto no cenário global de segurança.

A interação entre segurança e geopolítica é um processo complexo e dinâmico que molda o comportamento dos Estados e do sistema internacional como um todo. Fatores geopolíticos, como geografia, recursos naturais, juntamente com rivalidades geopolíticas e fatores econômicos, influenciam os cálculos de segurança dos Estados e a tomada de decisões estratégicas. Como discutido por Mearsheimer (2001) e Waltz (1979), a distribuição de poder e a natureza competitiva das grandes potências desempenham um papel significativo na formação da dinâmica de segurança.

## 2.2 PODER MILITAR

Poder militar refere-se à capacidade e à habilidade de uma nação ou estado usar suas forças armadas de forma eficaz para alcançar objetivos estratégicos. Ele abrange uma ampla gama de elementos, incluindo pessoal, equipamento, tecnologia, treinamento, doutrina e estrutura organizacional. O poder militar é frequentemente visto como um componente crítico do poder e influência de uma nação nas relações internacionais. Os componentes do poder militar podem ser categorizados em vários aspectos-chave:

**Estrutura de Força:** A estrutura de força refere-se ao tamanho, composição e organização das forças militares de um país. Ela abrange o número e os tipos de pessoal, unidades militares, formações e estruturas de comando. Uma estrutura de força bem projetada é essencial para operações militares eficazes, pois garante a alocação de recursos e capacidades de maneira alinhada aos objetivos estratégicos (BIDDLE, 2004). Envolve, então, decisões sobre o equilíbrio entre forças terrestres, aéreas e navais, bem como a integração de unidades especializadas.

**Tecnologia e Equipamento:** Avanços tecnológicos e a qualidade do equipamento militar influenciam significativamente o poder militar de uma nação. Sistemas de armas sofisticados, tecnologias avançadas de comunicação e vigilância, aeronaves, embarcações navais, veículos blindados e outros equipamentos militares contribuem para as capacidades de combate de uma nação e seu potencial de dissuasão (NYE, 2011). A eficácia do poder militar é frequentemente determinada pela capacidade de aproveitar tecnologia de ponta e manter uma vantagem qualitativa sobre potenciais adversários.



Treinamento e Doutrina: A eficácia do poder militar repousa no treinamento e na experiência do pessoal e no desenvolvimento de doutrinas militares eficazes. Treinamento rigoroso garante que o pessoal militar possua as habilidades, conhecimentos e experiência necessários para executar com sucesso operações militares (BIDDLE, 2004). Além disso, doutrinas militares fornecem um conjunto de princípios e diretrizes para o uso da força militar. Elas moldam o pensamento estratégico, o planejamento operacional e os processos de tomada de decisão dentro das forças militares (CHAPMAN, 2009).

Logística e Suporte: Um sistema logístico robusto é fundamental para sustentar operações militares. Isso engloba o fornecimento oportuno de suprimentos, transporte, manutenção e apoio de infraestrutura (MAIOLO, 1997). Capacidades logísticas adequadas permitem que as forças militares operem de forma eficaz, mantenham prontidão de combate e projetem poder por períodos prolongados e em teatros de operação diversos. Sem logística e suporte eficientes, mesmo as forças militares mais avançadas teriam dificuldade em alcançar seus objetivos.

Alcance Estratégico: O poder militar se estende além das fronteiras nacionais por meio do conceito de alcance estratégico. Isso envolve a capacidade de projetar força e influência em regiões de interesse ou zonas de conflito. Isso pode incluir o envio de tropas, o estabelecimento de bases militares ou instalações em locais estratégicos e a capacidade de realizar operações expedicionárias (NYE, 2011). O alcance estratégico melhora a capacidade de uma nação de proteger seus interesses, dissuadir potenciais adversários e participar de acordos de segurança internacionais.

O poder militar desempenha um papel significativo no poder e influência de uma nação nas relações internacionais. Ele serve como um componente crítico da segurança nacional, pois o nível de poder militar que uma nação possui pode influenciar significativamente sua capacidade de defender seus interesses e soberania. Assim, é um elemento essencial na segurança nacional e frequentemente é utilizado como uma ferramenta na diplomacia, gestão de crises e resolução de conflitos.

Nações com poder militar formidável frequentemente ocupam uma posição de influência nos assuntos globais, pois suas capacidades lhes permitem participar ativamente de acordos internacionais de segurança, missões de paz e operações em coalizão. Além disso, o poder militar contribui para a capacidade de uma nação moldar a dinâmica regional e proteger interesses vitais. Ele pode fornecer vantagem nas negociações e esforços diplomáticos, já que

países com capacidades militares robustas são frequentemente vistos como parceiros mais credíveis e capazes.

No entanto, é crucial observar que o poder militar por si só não é uma garantia de sucesso ou segurança. A sua utilização eficaz requer tomada de decisões prudente, planejamento estratégico e uma compreensão abrangente dos fatores políticos, econômicos e sociais envolvidos. Além disso, as considerações éticas sobre o uso da força e a adesão a normas e leis internacionais são aspectos vitais que moldam o exercício responsável do poder militar.

De acordo com Colin S. Gray, poder militar é “a capacidade de alcançar objetivos políticos usando forças armadas para compelir um oponente a fazer a vontade de alguém” (GRAY, 1999). Essa definição enfatiza a relação entre poder militar e política, e como o primeiro é usado para alcançar o último. O poder militar não se resume apenas a ter um grande número de tropas ou sistemas de armas avançados, mas sim a usar esses recursos de forma eficaz para alcançar objetivos estratégicos.

Um dos principais componentes do poder militar é a capacidade de projetar força, ou seja, a capacidade de implantar ativos militares além das fronteiras de um Estado. Isso é frequentemente alcançado por meio do uso de uma marinha de águas azuis, bombardeiros de longo alcance ou outros meios de transporte. A capacidade de projetar poder militar além de suas próprias fronteiras é uma característica central do poder militar global (BLACKWILL & HARRIS, 2016). Essa projeção de poder militar pode ser usada para uma variedade de propósitos, incluindo dissuasão, defesa e intervenção.

Outro aspecto importante do poder militar é a capacidade de comandar e controlar as forças militares de forma eficaz. Isso requer liderança forte, tropas bem treinadas e uma cadeia de comando clara. Dessa forma, o Comando e Controle é o aspecto mais crítico do poder militar, pois permite que uma força militar seja implantada e empregada de maneira coerente e eficaz (GAVIN, 1976). Uma força militar bem treinada e bem liderada é essencial para alcançar objetivos militares e garantir o sucesso operacional.

A capacidade de coletar e disseminar informações militares também é um componente crucial do poder militar. Isso inclui a capacidade de coletar informações sobre as capacidades militares, intenções e fraquezas de um oponente, bem como a capacidade de proteger suas próprias informações e comunicações. Como observa John Keegan, “a inteligência é o ingrediente essencial de todas as operações militares” (KEEGAN, 1993). A capacidade de

coletar, analisar e agir com base em informações militares pode conferir uma vantagem significativa a uma força militar em relação a seus oponentes.

Por fim, o poder militar também envolve a capacidade de mobilizar recursos humanos e materiais para fins militares. Isso inclui a capacidade de recrutar e treinar soldados, desenvolver e produzir sistemas de armas avançados e sustentar operações militares por um período prolongado. Como observa Martin Van Creveld, “a guerra é uma empreitada que consome tudo e exige que uma sociedade mobilize seus recursos para apoiar o esforço militar” (VAN CREVELD, 1991). Um Estado com um forte poder militar deve ser capaz de mobilizar seus recursos de forma eficaz para sustentar suas operações militares e alcançar seus objetivos estratégicos.

Em resumo, o poder militar é a capacidade de um Estado usar seus recursos militares de forma eficaz para alcançar seus objetivos estratégicos e políticos. Isso envolve a capacidade de projetar força, comandar e controlar as forças militares, coletar e disseminar informações militares e mobilizar recursos para fins militares. Um Estado com um forte poder militar é frequentemente visto como uma figura influente na política internacional, capaz de moldar eventos e exercer sua influência no palco mundial.

### 2.3 SISTEMA GLOBAL DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE

Um Sistema Global de Navegação por Satélite, ou GNSS, (do inglês *Global Navigation Satellite System*) refere-se a uma rede de satélites que permite serviços precisos de posicionamento, navegação e temporização em escala global. De acordo com Gleason e Gebre-Egziabher (2009), o GNSS baseia-se em uma constelação de satélites que orbitam a Terra, transmitindo continuamente sinais contendo informações de temporização e posicionamento para receptores no solo. Para obter cobertura global, estima-se que uma constelação exija de 18 a 30 satélites (HARRIS, 2023).

O objetivo principal do GNSS é fornecer informações precisas e confiáveis de posicionamento aos usuários em todo o mundo. Conforme descrito por Kaplan e Hegarty (2006), os receptores GNSS recebem sinais de vários satélites e utilizam técnicas de trilateração para determinar sua localização precisa na superfície da Terra. Esses receptores tornaram-se cada vez mais compactos, acessíveis e amplamente disponíveis, possibilitando uma ampla variedade de aplicações em diversas indústrias.

O desenvolvimento do GNSS remonta à metade do século XX, quando o conceito de sistemas de navegação baseados em satélite começou a ganhar forma. Segundo Gleason e Gebre-Egziabher (2009), um dos sistemas pioneiros nesse campo foi o sistema *Transit*, desenvolvido pela Marinha dos Estados Unidos na década de 1960. O *Transit* utilizava um pequeno número de satélites em órbita terrestre baixa para fornecer assistência de navegação principalmente para aplicações marítimas e submarinas.

Na década de 1970, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos iniciou o desenvolvimento do Sistema de Posicionamento Global – mundialmente conhecido como GPS –, que revolucionou a tecnologia de navegação. Misra e Enge (2012) explicam que o GPS foi o primeiro GNSS totalmente operacional. Ele empregava uma constelação de satélites maior e introduziu capacidades precisas de posicionamento que rapidamente ganharam destaque em diversos setores.

Além do GPS, vários países desenvolveram seus próprios GNSS para fornecer serviços de navegação independentes e reduzir a dependência de sistemas estrangeiros. Esses sistemas GNSS oferecem os mesmos serviços que o GPS, possuindo características únicas adaptadas às necessidades de cada país. Os GNSS mais distintos atualmente são:

**GLONASS:** Desenvolvido pela Rússia, o GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema – transliterado do russo) é um GNSS totalmente operacional composto por uma constelação de 27 satélites distribuídos em três planos orbitais. Ele oferece cobertura global, fornecendo serviços precisos de posicionamento e sincronização. O GLONASS é amplamente utilizado em diversos setores, incluindo transporte, levantamento topográfico e navegação (GLONASS, 2023).

**Galileo:** Desenvolvido pela União Europeia (UE) e pela Agência Espacial Europeia (ESA), o Galileo visa fornecer um GNSS global de alta precisão. Ele oferece melhorias em precisão, disponibilidade e integridade para usuários civis e comerciais. O Galileo atingiu sua capacidade operacional total em 2022, com uma constelação de 24 satélites (EUSPA, 2023).

**BeiDou:** Originário da China, o Sistema de Navegação por Satélite BeiDou (BDS) tem como objetivo fornecer cobertura global. O BeiDou oferece serviços de posicionamento e sincronização, com ênfase nas regiões da Ásia-Pacífico. Ele se tornou operacional em 2018, com 35 satélites em sua constelação, havendo planos para expandi-la (CSNO, 2023).

Esses sistemas GNSS compartilham o objetivo comum de fornecer serviços de navegação independentes e confiáveis. Eles visam aprimorar a precisão, disponibilidade e integridade de posicionamento, atendendo a diversos setores, como transporte, agricultura, gerenciamento de desastres e pesquisa científica. Além disso, existem outros sistemas projetados para atender apenas a regiões específicas, em vez de oferecer um serviço global. Esses sistemas são conhecidos como Sistemas Regionais de Navegação por Satélite, ou RNSS (HARRIS, 2023). Esses sistemas incluem:

NavIC: O Sistema de Navegação Regional Indiano (IRNSS), agora conhecido como NavIC (*Navigation with Indian Constellation*), foi desenvolvido pela Organização Indiana de Pesquisa Espacial (ISRO). O NavIC cobre o subcontinente indiano e oferece serviços precisos de posicionamento e sincronização. Ele se tornou operacional em etapas a partir de 2016, com uma constelação de sete satélites (ISRO, 2023).

*Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)*: Liderado pela Agência Aeroespacial do Japão (JAXA) e pelo governo japonês, o QZSS concentra-se na região Ásia-Oceania. O QZSS melhora a precisão de posicionamento em ambientes urbanos e regiões montanhosas. Ele opera em conjunto com o GPS e atualmente possui quatro satélites em órbita (JAXA, 2023).

Atualmente, a maioria dos receptores GNSS pode receber e decodificar sinais simultaneamente de mais de uma constelação de satélites. Isso significa que eles podem ser usados globalmente para implantação imediata e podem oferecer um uso mais amplo do que receptores limitados a uma única constelação GNSS (HARRIS, 2023).

### 2.3.1 COMO UM GNSS FUNCIONA

Para entender o funcionamento do GNSS, é importante compreender os princípios subjacentes do posicionamento baseado em satélite. O GPS, conforme descrito por Kaplan e Hegarty (2006), serve como um exemplo proeminente de um sistema GNSS e pode ser usado para ilustrar seus princípios operacionais. De modo geral, o funcionamento de um GNSS pode ser compreendido a partir de seus três componentes principais: os satélites, os segmentos de controle e os segmentos do usuário (BASUMALLICK, 2022).

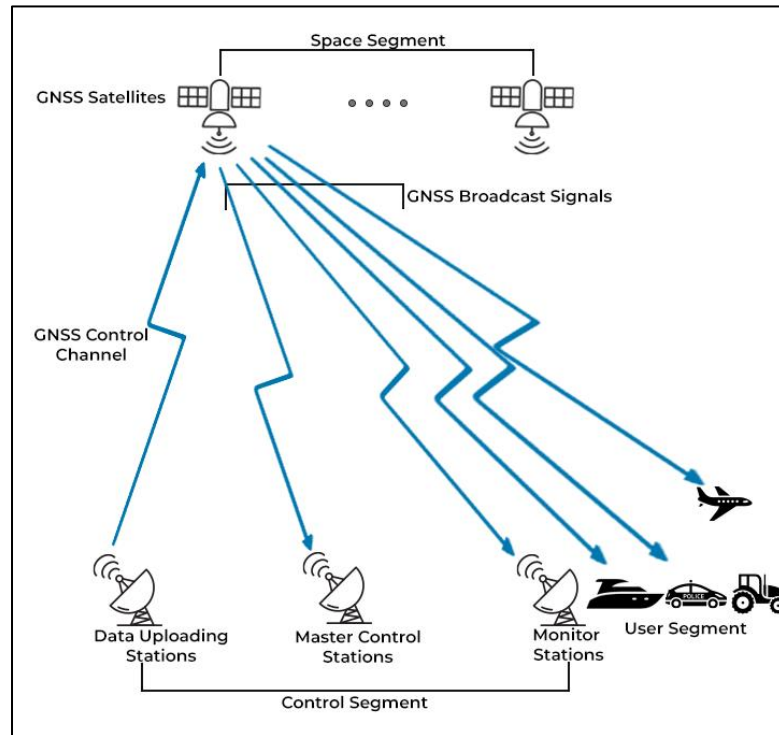
Os satélites são conhecidos como segmento espacial. Eles orbitam a Terra, no caso do sistema de navegação GPS, organizados em seis planos igualmente espaçados, com cada plano

contendo pelo menos quatro satélites (BASUMALLICK, 2022). Essa configuração garante que sempre haja no mínimo quatro satélites disponíveis para cada receptor, como telefones, relógios inteligentes e carros, permitindo que o receptor decifre sua localização e o tempo com base nas informações transmitidas pelos satélites (BASUMALLICK, 2022). Cada satélite possui um ou mais relógios altamente precisos, conhecidos como relógios atômicos, que utilizam osciladores de rubídio ou césio e produzem a frequência fundamental da banda L, 10,23 MHz (GABOR, c2022). Esses satélites transmitem sinais de rádio de volta à Terra por meio de ondas portadoras L1 (1575,42 MHz) e L2 (1227,60 MHz), que carregam informações relevantes para os receptores (GABOR, c2022).

O segmento de controle consiste em estações localizadas ao redor do equador que monitoram, rastreiam e se comunicam com os satélites. Essas estações sincronizam os relógios dos satélites e transmitem informações sobre suas órbitas (BASUMALLICK, 2022). E, por fim, o segmento do usuário inclui todos os dispositivos com receptores GNSS, como telefones celulares, carros, aviões, entre outros. A Figura 1 mostra um esboço de como funciona um GNSS.

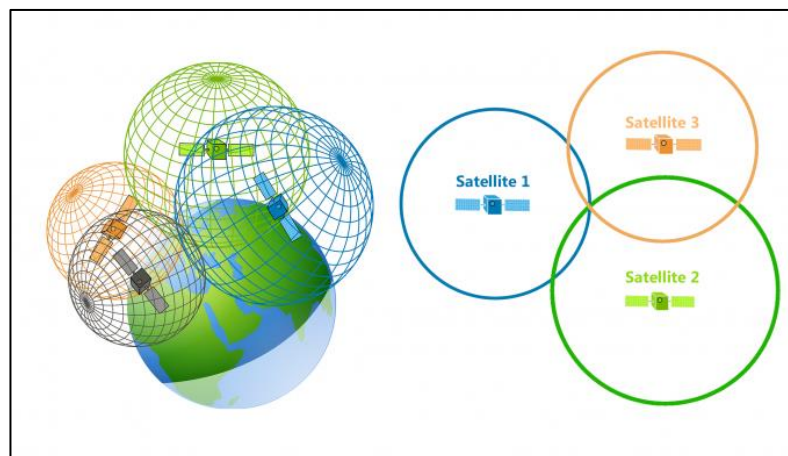
Assim, um GNSS funciona utilizando os sinais transmitidos por vários satélites em sua constelação. Receptores no solo interceptam esses sinais e os processam para determinar informações precisas de posicionamento. Tsui (2004) explica que os receptores calculam a distância entre o receptor e cada satélite, medindo o tempo que os sinais levam para viajar dos satélites até o receptor. Esse processo, conhecido como trilateração, forma a base do posicionamento GNSS. Como os aparelhos comuns que utilizam a tecnologia de um GNSS não possuem relógios atômicos, para identificar a posição de um objeto, então, são necessários pelo menos 4 satélites: três para as coordenadas espaciais e um para fazer a correção do tempo relativo aos relógios dos aparelhos (IFSC, 2006). A Figura 2 exemplifica como funciona o processo de trilateração.

Figura 1 – Esboço do funcionamento de um GNSS



Fonte: <https://www.spiceworks.com/tech/iot/articles/what-is-gnss/>

Figura 2 – Exemplificação do processo de trilateração



Fonte: <https://cursos.geosemfronteiras.org/>

No entanto, vários fatores podem introduzir erros nos cálculos de posicionamento. Gleason e Gebre-Egziabher (2009) destacam algumas das fontes de erro, como atrasos

atmosféricos, imprecisões nos relógios e efeitos de multipercursos. Esses erros precisam ser mitigados para se obter um posicionamento preciso.

Para melhorar a precisão, os receptores GNSS empregam técnicas avançadas de processamento de sinais e algoritmos. Groves (2013) destaca a utilização de medidas da fase portadora – onda contínua gerada por um satélite – e posicionamento diferencial para minimizar erros e melhorar a precisão do posicionamento. A integração com outros sensores, como sistemas de navegação inercial, mencionados por Groves (2013), aumenta ainda mais o desempenho do GNSS em ambientes desafiadores. Os sistemas de navegação inercial, ou *Inertial Navigation Systems* (INS), desempenham um papel crucial ao complementar o GNSS. De acordo com Farrell e Barth (1999), o INS se baseia em sensores que medem acelerações e rotações para estimar as mudanças na posição e orientação ao longo do tempo. Ao integrar o GNSS com o INS, as limitações de cada sistema podem ser mitigadas. Enquanto o GNSS fornece informações precisas de posicionamento absoluto, o INS ajuda a preencher as lacunas durante breves perdas de sinal do GNSS ou condições de sinal degradado, garantindo uma navegação contínua e confiável.

Além disso, sistemas de amplificação foram desenvolvidos para aprimorar o desempenho do GNSS. O GPS diferencial (DGPS) é um desses sistemas que melhora a precisão do posicionamento corrigindo erros causados por atrasos atmosféricos e outros fatores. Gleason e Gebre-Egziabher (2009) mencionam que o DGPS emprega uma rede de estações de referência com localizações precisamente conhecidas para comparar os sinais recebidos com as posições conhecidas e gerar informações de correção que são transmitidas para os receptores GNSS. O posicionamento cinemático em tempo real (RTK) é outra técnica que fornece precisão de posicionamento em nível de centímetros. De acordo com Misra e Enge (2012), o RTK se baseia em uma estação base que recebe sinais dos satélites GNSS e transmite informações de correção para um receptor móvel em tempo real. O receptor móvel utiliza esses dados de correção para refinar significativamente sua precisão de posicionamento.

### 2.3.2 PRINCIPAIS DIFICULDADE NO DESENVOLVIMENTO DE UM GNSS

Construir um satélite é um processo complexo e caro que envolve o projeto, construção, lançamento e monitoramento do satélite. O custo de construção de um satélite pode variar amplamente dependendo do tipo de satélite e seu propósito. Os valores podem variar de US\$



25 mil para um protótipo a US\$ 400 milhões para um grande satélite (FAPESP, 2005). No Brasil, esse custo pode variar de R\$ 350 milhões a R\$ 400 milhões em média (CAFRUNI, 2017). O custo de um satélite também depende do país de origem e do nível de tecnologia envolvido. Por exemplo, o satélite angolano custou US\$ 320 milhões, incluindo a construção e o lançamento do satélite (MASSALA, 2018). Já o custo de desenvolvimento de um novo satélite para o Brasil e a China estima-se entre US\$ 50 milhões e US\$ 70 milhões (SANTIAGO, 2023).

Os fatores que impulsionam o custo dos satélites são os equipamentos e materiais usados para construí-los. Somente os transponders custam centenas de milhares de dólares por ano para manter, enquanto o custo da largura de banda por MHz é de pelo menos US\$ 3,5 mil por mês (GLOBALCOM, c2019). Executar um satélite com uma largura de banda de 36 MHz custará mais de US\$ 1,5 milhão por ano (GLOBALCOM, 2019). Também são necessários outros dispositivos e equipamentos que devem ser incorporados ao satélite para que ele desempenhe sua função pretendida. Isso pode incluir computadores, software e câmeras (GLOBALCOM, 2019).

No entanto, existem maneiras de construir satélites a um custo menor. Por exemplo, os CubeSats são satélites pequenos, leves e de baixo custo que podem ser construídos por apenas US\$ 25 mil (SMITH, 2019). Eles são projetados para aproveitar a miniaturização da eletrônica, permitindo o lançamento de espaçonaves menores e mais capazes em maior número (BRIGHTASCENSION, c2023). Os CubeSats podem ser projetados, construídos, testados e entregues em apenas seis meses, mas geralmente levam de 18 a 24 meses para serem concluídos, o que é significativamente mais rápido do que a abordagem tradicional de satélites (BRIGHTASCENSION, 2023).

O custo de lançar um satélite também é um fator significativo no custo total de construção de um satélite. O lançamento de um ônibus espacial pode custar até US\$ 1,5 bilhão, enquanto o lançamento de um único satélite pode variar de cerca de US\$ 50 milhões a US\$ 400 milhões (GLOBALCOM, c2019). No entanto, existem empresas como a SpaceX que oferecem serviços de lançamento a um custo mais baixo. Por exemplo, o foguete Falcon 9 da SpaceX pode lançar uma carga útil de até 22,8 toneladas em órbita terrestre baixa por um custo de US\$ 62 milhões (LABRADOR, 2023).

Entretanto, além da parte financeira, ainda existem numerosos desafios referentes aos aspectos técnicos, operacionais e estratégicos. Abaixo estão resumidas algumas dessas dificuldades enfrentadas no processo de construção de um GNSS.

**Processamento de Sinais:** Um dos principais desafios no desenvolvimento de um GNSS reside no processamento de sinais. Li, Closas e Fernández-Prades (2016) destacam as complexidades associadas aos receptores GNSS da próxima geração. Esses receptores exigem algoritmos e técnicas avançadas para extrair informações de navegação precisas dos sinais de satélite recebidos. Aquisição de sinal, rastreamento e demodulação de dados são processos complexos que exigem algoritmos robustos de processamento de sinais para superar os efeitos de ruído, interferência e desvanecimento.

**Projeto de Receptores Multiconstelação:** O projeto de antenas GNSS para receptores multiconstelação apresenta outro desafio significativo. López-Salcedo, Closas e Fernandez-Garcia (2015) enfatizam as complexidades no projeto de antenas que possam receber e processar efetivamente sinais de várias constelações de satélites, como GPS, GLONASS, Galileo e BeiDou. Garantir compatibilidade, eficiência e recepção adequada de sinal em várias faixas de frequência e estruturas de sinal requer um cuidadoso projeto e otimização de antenas.

**Sistemas de Aumento de Alta Precisão:** O desenvolvimento de sistemas de aumento de alta precisão é crucial para melhorar o desempenho do GNSS. Kim, Lee e Enge (2018) discutem os desafios associados à construção desses sistemas. Sistemas de aumento, como GPS diferencial (DGPS), fornecem informações de correção para aprimorar a precisão de posicionamento. No entanto, garantir correções precisas e confiáveis em tempo real, juntamente com a integração perfeita com os receptores GNSS, apresenta desafios técnicos e operacionais.

**Navegação para Veículos Aéreos Não Tripulados:** A aplicação do GNSS na navegação de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) apresenta desafios únicos. Wang, Bai e Gao (2017) destacam as dificuldades no desenvolvimento de soluções de navegação baseadas em GNSS especificamente adaptadas para VANTs. Os VANTs operam em ambientes dinâmicos e imprevisíveis, o que pode introduzir bloqueios de sinal, efeitos de múltiplos percursos e cenários desafiadores para posicionamento preciso. Lidar com esses desafios requer o desenvolvimento de algoritmos especializados e técnicas de fusão de sensores para aprimorar a confiabilidade e a precisão da navegação baseada em GNSS para VANTs.

**Projeto e Desenvolvimento do Sistema:** O projeto e desenvolvimento geral de um sistema GNSS envolve inúmeros desafios. Johnson, Smith e Anderson (2014) discutem os aspectos mais amplos do projeto do sistema e destacam a complexidade de criar uma infraestrutura GNSS robusta e escalável. Isso envolve o projeto de satélites, gerenciamento de constelações, desenvolvimento de segmentos terrestres, tecnologia de receptores e esforços de padronização.

Coordenar esses elementos diversos e garantir a interoperabilidade perfeita entre os diferentes sistemas GNSS em todo o mundo é uma tarefa significativa.

Como pode ser visto, o desenvolvimento de um GNSS é um processo complexo e multifacetado. Desafios de processamento de sinais, projeto de receptores multiconstelação, desenvolvimento de sistemas de aumento de alta precisão, abordagem das dificuldades de navegação para VANTs e o projeto e desenvolvimento de um sistema de forma geral são áreas-chave que apresentam obstáculos significativos. No entanto, a pesquisa contínua e os avanços na tecnologia continuam a lidar com esses desafios, empurrando os limites das capacidades do GNSS e abrindo caminho para serviços aprimorados de posicionamento, navegação e sincronização no futuro.

## **3 REFERENCIAL METODOLÓGICO**

### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

Foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os principais conceitos geopolíticos e como eles se expressam. Da mesma forma, foram sumarizadas as características de um GNSS, assim como os principais problemas envolvidos no seu desenvolvimento. Em seguida foram analisados como o desenvolvimento de um GNSS se interrelaciona com os conceitos geopolíticos apresentados e qual é a influência que ele exerce na projeção geopolítica do Brasil.

#### **3.1.1 MÉTODOS**

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio da busca e análise de estudos, artigos científicos e livros relevantes sobre o tema. Essa pesquisa permitiu obter informações e conhecimentos pré-existentes sobre as áreas afetadas pelo uso do GNSS, suas características e os desafios associados à sua implementação. Foi importante explorar a literatura especializada em áreas como segurança nacional, desenvolvimento econômico e cooperação regional para compreender o impacto do GNSS nesses contextos.

Foi realizada uma ampla pesquisa em bases de dados acadêmicas, bibliotecas digitais, portais governamentais e outras fontes confiáveis para identificar publicações relevantes relacionadas ao uso de sistemas de navegação global por satélite e seus impactos geopolíticos. Em seguida, os documentos selecionados foram analisados, de forma a identificar as principais áreas afetadas pelo uso do GNSS, suas características e dificuldades de implementação. Então buscou-se sintetizar os principais pontos e conclusões dos estudos e artigos selecionados, organizando as informações de acordo com as áreas afetadas.

Assim, a pesquisa bibliográfica permitiu obter uma visão abrangente das principais áreas afetadas pelo uso do GNSS, suas características e dificuldades de implementação, bem como uma compreensão dos possíveis impactos na projeção geopolítica do Brasil.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A realidade do Brasil em relação ao desenvolvimento de um GNSS nacional envolve uma série de desafios e oportunidades. Atualmente, o país depende principalmente de sistemas GNSS estrangeiros, como o GPS, para suas necessidades de posicionamento e navegação. No entanto, o desenvolvimento de um GNSS brasileiro traria benefícios significativos ao país, proporcionando maior autonomia e controle sobre sua infraestrutura de navegação de modo geral.

O Brasil tem feito progresso significativo na tecnologia espacial nos últimos anos. Em 2018, o Brasil assinou um acordo de salvaguarda de tecnologia espacial (TSA) com os Estados Unidos para revitalizar suas próprias atividades no setor e monetizar oportunidades relacionadas ao espaço (MARI, 2020). O primeiro satélite completamente brasileiro, Amazonia 1, foi lançado em fevereiro de 2021, totalmente projetado, integrado, testado e operado no Brasil (MOURY, 2021). A Agência Espacial Brasileira (AEB) tem como objetivo aproveitar os desenvolvimentos recentes em torno de seu primeiro satélite para iniciar novos projetos em áreas como IoT (Internet das Coisas) e 5G (MARI, 2020).

Embora o Amazonia 1 seja um satélite completamente brasileiro, ele não foi o primeiro satélite desenvolvido pelo Brasil. O programa Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS, na sigla em inglês) foi iniciado em 1988, quando os governos do Brasil e da China assinaram um acordo para desenvolver dois satélites avançados de sensoriamento remoto (SAUSEN, 2001). A partir disso, o Brasil ingressou no grupo de países detentores da tecnologia de geração de dados primários de sensoriamento remoto (GEOINOVA, 2021).

O programa integrou um plano da década de 1970 para desenvolver as economias do Brasil e da China usando grandes projetos, promovendo institutos espaciais com o objetivo de fornecer dados de observação da Terra para ambos os países (SILVA, 2016). O programa CBERS uniu as habilidades técnicas e os recursos financeiros dos dois países para estabelecer um sistema completo de sensoriamento remoto que é competitivo e compatível com as necessidades internacionais atuais (SAUSEN, 2001).

O programa CBERS tem sido benéfico tanto para o Brasil quanto para a China, pois permitiu ao Brasil desenvolver sua própria tecnologia espacial e reduzir sua dependência de satélites estrangeiros, ao passo que permitiu à China obter acesso aos recursos naturais do Brasil e expandir sua presença na América Latina (SAUSEN, 2001). O programa CBERS também

tem sido utilizado em diversas aplicações práticas e científicas, como monitoramento de desmatamento, urbanização e produção agrícola, além de gestão de desastres e proteção ambiental (SILVA, 2016). O satélite CBERS-4A foi lançado em dezembro de 2019 pela Agência Espacial Nacional da China/INPE e dá continuidade à missão CBERS, que está em operação contínua desde o lançamento do CBERS-1 em 1999 (VRABEL et al., 2021).

Embora o Brasil não tenha seus próprios satélites nacionais especificamente para um GNSS, ele possui uma rede nacional de estações GNSS de referência em operação contínua chamada Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC), equipada com receptores GNSS de alto desempenho que fornecem observações para estabelecer coordenadas uma vez por dia ou em tempo real (IBGE, 2023; OLIVEIRA, 2018; COSTA, 2018). A RBMC é utilizada para diversas aplicações práticas e científicas, como posicionamento e navegação, cadastro rural e urbano, e modelagem da ionosfera e troposfera (COSTA, 2018).

Contudo, um dos principais desafios que o Brasil enfrenta está relacionado ao processamento de sinais. Extrair informações precisas de navegação dos sinais de satélite requer algoritmos e técnicas avançadas, que podem ser complexos de desenvolver. No entanto, o Brasil possui uma comunidade científica e tecnológica bem estabelecida, com instituições de pesquisa e universidades que possuem experiência e conhecimento nessas áreas. Investir em pesquisa e desenvolvimento nesse campo pode impulsionar a capacidade do Brasil de processar sinais GNSS de maneira mais eficiente e precisa, de modo a superar esse desafio.

Outro desafio a ser enfrentado é o projeto de receptores multiconstelação. O uso de múltiplos sistemas GNSS, como GPS, GLONASS, Galileo e BeiDou, pode melhorar significativamente a precisão e a disponibilidade do posicionamento. No entanto, projetar receptores capazes de receber e processar efetivamente sinais de diferentes constelações de satélites é um desafio técnico. Isso exigiria pesquisa em engenharia de antenas e tecnologia de recepção para garantir a compatibilidade e eficiência em várias faixas de frequência. O Brasil pode investir em pesquisas e desenvolvimento nessa área para superar esse desafio e aproveitar os benefícios de um sistema GNSS multiconstelação.

Além dos desafios mencionados anteriormente, o desenvolvimento de um GNSS brasileiro envolveria aspectos como o projeto de satélites, gerenciamento de constelações, desenvolvimento de segmentos terrestres, tecnologia de receptores e esforços de padronização. Esses são empreendimentos complexos e exigiriam investimentos significativos em pesquisa,

desenvolvimento e infraestrutura. Assim, avaliar o impacto do desenvolvimento de um GNSS nacional requer considerar os aspectos tecnológicos, estratégicos e econômicos, considerando os desafios e oportunidades nesse processo.

Uma das principais oportunidades está relacionada à autonomia e independência tecnológica do país. Dependendo menos de sistemas GNSS estrangeiros significa reduzir a vulnerabilidade a eventuais interrupções ou limitações impostas por outros países. Isso é particularmente relevante para aplicações críticas, como defesa, e gestão de crises, além de impactar significativamente o poder militar do país e a segurança nacional em termos de geopolítica. Ter um sistema GNSS próprio permitiria ao Brasil ter maior controle sobre sua infraestrutura de navegação e sincronização, melhorando sua resiliência em situações de emergência.

Do ponto de vista militar, ter um GNSS nacional aprimoraria as capacidades estratégicas do Brasil, reduzindo sua dependência de sistemas estrangeiros e fornecendo às Forças Armadas informações precisas e confiáveis de posicionamento, navegação e tempo, fundamentais para diversas operações de defesa, como reconhecimento, vigilância e aquisição de alvos. Além disso, um GNSS nacional poderia facilitar a integração de diferentes sistemas militares, melhorando a interoperabilidade e coordenação entre diferentes esferas do meio militar e do meio civil.

Em termos de segurança nacional, um GNSS nacional ofereceria ao Brasil maior autonomia e controle sobre sua infraestrutura crítica, aumentando a resiliência e a segurança das comunicações, transporte e setores energéticos do Brasil, que dependem fortemente de informações precisas de posicionamento, navegação e tempo. Além disso, ao desenvolver seu GNSS, o Brasil obteria uma vantagem competitiva na região, reforçando sua posição como uma potência regional e potencialmente promovendo colaboração tecnológica e parcerias com países vizinhos.

Para superar os desafios no desenvolvimento de um GNSS nacional, várias estratégias podem ser implementadas. Primeiro, investir em pesquisa e desenvolvimento é fundamental. O Brasil tem avançado na tecnologia de satélites e deve continuar a aprimorar suas capacidades em áreas como design de satélites, algoritmos de processamento de sinais e tecnologia de receptores. Colaborações entre instituições acadêmicas, centros de pesquisa e o setor privado podem estimular a inovação e acelerar os avanços tecnológicos.

Segundo, e talvez mais importante, é a necessidade de garantir recursos financeiros adequados. O governo brasileiro deve alocar recursos suficientes para apoiar projetos e iniciativas relacionadas ao GNSS. Isso inclui financiar pesquisas, promover o desenvolvimento de infraestrutura e, principalmente, recrutar e reter pessoal qualificado. Nesse contexto, desenvolver uma mão de obra qualificada é essencial para a implementação e operação bem-sucedida de um GNSS nacional. Investimentos em programas de educação e treinamento devem ser feitos para cultivar expertise em tecnologia de satélites, engenharia de sistemas e áreas relacionadas. Isso inclui apoiar programas acadêmicos, concessão de bolsas de pesquisa e iniciativas de desenvolvimento profissional.

Outra prática importante é a ênfase em colaboração internacional: O engajamento ativo em fóruns e parcerias internacionais é vital. O Brasil deve participar ativamente de organizações como o *International GNSS Service* (IGS) – uma organização cooperativa global que fornece dados de posicionamento, navegação e tempo (PNT) de alta precisão por satélite para apoiar uma ampla gama de aplicações científicas, comerciais e governamentais – e colaborar com outros países e instituições em pesquisa, compartilhamento de dados e transferência de tecnologia. Com base em colaborações bem-sucedidas como o programa CBERS com a China, o Brasil pode estabelecer parcerias que proporcionem acesso a expertise, garantam investimentos e promovam a troca de conhecimentos.

Atualmente existem exemplos no Brasil que demonstram progresso nessas áreas. Para o desenvolvimento tecnológico, instituições como o INPE lideram na realização execução de projetos de pesquisa e desenvolvimento em tecnologia de satélites. Parcerias com empresas como Embraer e Thales Alenia Space permitiram ao Brasil aproveitar a expertise do setor privado. Já a colaboração internacional é exemplificada pela participação do Brasil em organizações como a Federação Internacional de Astronáutica (IAF) e colaborações com a China no programa CBERS.

Ao implementar essas estratégias, o Brasil pode superar as dificuldades no desenvolvimento de um GNSS nacional e alcançar resultados significativos. O investimento em tecnologia e capacitação, a busca de parcerias internacionais e a criação de um ambiente regulatório favorável são passos essenciais. Essas ações não apenas fortalecerão a posição do Brasil no cenário geopolítico, mas também proporcionarão maior autonomia, segurança e capacidades militares, contribuindo para a proteção da soberania nacional e o avanço do país no campo da tecnologia espacial.



Além disso, o desenvolvimento de um GNSS brasileiro teria implicações positivas para a economia do país. A indústria de GNSS possui um potencial significativo de geração de empregos, desenvolvimento de tecnologia e criação de oportunidades de negócios. O investimento em pesquisa científica e tecnológica no desenvolvimento de um GNSS nacional impulsionaria a inovação e a colaboração entre universidades, institutos de pesquisa e empresas. Isso poderia resultar no crescimento de empresas de alta tecnologia, na criação de startups e no fortalecimento da indústria espacial e de comunicações no Brasil.

Contudo, a maior oportunidade está relacionada à projeção geopolítica do Brasil. O país possui uma extensa área territorial, incluindo vastas áreas oceânicas e a Floresta Amazônica. Ter um sistema GNSS próprio permitiria ao Brasil uma maior capacidade de monitorar, gerenciar e proteger seus recursos naturais e fronteiras. Isso fortaleceria a soberania nacional e contribuiria para a projeção de poder e influência geopolítica do Brasil na região. Além disso, o desenvolvimento de um GNSS nacional poderia abrir oportunidades para o país se tornar um provedor de serviços e tecnologia GNSS para outras nações. O conhecimento e a experiência adquiridos ao longo do processo de desenvolvimento poderiam ser comercializados e compartilhados com países que buscam fortalecer suas capacidades de navegação por satélite, contribuindo para o fortalecimento da posição geopolítica do Brasil como um país com expertise em tecnologia espacial. Além disso, o desenvolvimento de um GNSS brasileiro também traria benefícios significativos para setores estratégicos do país, impulsionando o progresso tecnológico e melhorando a eficiência operacional em diversas áreas.

No setor agrícola, um GNSS brasileiro permitiria a adoção de práticas avançadas de agricultura de precisão. Com informações precisas de posicionamento e navegação, os agricultores poderiam otimizar o uso de insumos agrícolas, como fertilizantes e defensivos, reduzindo desperdícios e impactos ambientais. Além disso, a monitoração e o mapeamento precisos de áreas cultivadas possibilitariam uma gestão mais eficiente da produção agrícola, contribuindo para o aumento da produtividade e da competitividade do setor.

No transporte, um GNSS brasileiro traria benefícios para a logística e a segurança viária. Com informações precisas de posicionamento, seria possível otimizar rotas e planejar trajetos mais eficientes para o transporte de cargas. Além disso, a sincronização precisa de tempos e horários seria essencial para a operação eficiente de sistemas de transporte em larga escala, como ferrovias e aeroportos. Isso resultaria em redução de custos, menor consumo de combustíveis e melhorias na segurança e no controle de tráfego.

No setor energético, um GNSS brasileiro seria valioso para o monitoramento e gerenciamento de infraestruturas de geração e distribuição de energia. Com informações precisas de posicionamento e sincronização temporal, seria possível otimizar a operação de usinas hidrelétricas, eólicas e solares, garantindo maior eficiência e confiabilidade na produção de energia. Além disso, o GNSS seria fundamental para o monitoramento e controle de redes inteligentes de energia, permitindo a integração de fontes renováveis e o balanceamento da demanda e da oferta de energia de forma mais eficiente.

No setor de comunicações, o GNSS brasileiro seria essencial para a sincronização precisa de redes de telecomunicações. Com o aumento do tráfego de dados e a demanda por serviços de alta velocidade, a precisão na sincronização dos sinais é fundamental para garantir a qualidade e o desempenho das comunicações. Um GNSS nacional forneceria informações de tempo e posicionamento precisas para a infraestrutura de comunicações, possibilitando a expansão e a melhoria dos serviços de telecomunicações em todo o país.

Além dos setores mencionados, um GNSS brasileiro teria aplicações em diversas áreas, como defesa e segurança, gestão de desastres, monitoramento ambiental e pesquisa científica. Em operações militares, por exemplo, um GNSS próprio garantiria a disponibilidade de informações de posicionamento e navegação críticas para ações estratégicas e táticas. Na gestão de desastres, um GNSS nacional forneceria informações precisas de localização, facilitando o planejamento e a resposta a eventos como enchentes, deslizamentos de terra e incêndios. No monitoramento ambiental, o GNSS seria fundamental para o monitoramento da Amazônia e de outras áreas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com vista o exposto, o desenvolvimento de um GNSS brasileiro teria um impacto significativo na projeção geopolítica do Brasil, fortalecendo sua autonomia tecnológica e aumentando sua influência em âmbito global.

O desenvolvimento de um GNSS nacional permitiria ao país reduzir sua dependência de sistemas GNSS estrangeiros, como – principalmente – o GPS dos Estados Unidos. Isso garantiria uma maior autonomia e independência tecnológica, evitando possíveis restrições ou interrupções impostas por outros países em momentos críticos. Ao possuir um GNSS nacional, o Brasil seria capaz de proteger seus interesses estratégicos e exercer maior controle sobre sua infraestrutura de navegação e posicionamento.

Além disso, um GNSS brasileiro contribuiria para o fortalecimento da indústria espacial e de comunicações do país. O desenvolvimento desse sistema requer um alto nível de expertise técnica, estimulando a pesquisa científica e tecnológica, bem como a formação de profissionais altamente qualificados. Isso impulsionaria a inovação, o desenvolvimento de tecnologias avançadas e o crescimento da indústria espacial brasileira, gerando empregos qualificados e atraindo investimentos nacionais e internacionais.

Ao possuir seu próprio GNSS, o Brasil poderia ampliar sua influência em fóruns e negociações internacionais relacionadas à tecnologia espacial e sistemas de navegação por satélite. O país ganharia destaque como um ator relevante nesse campo, fortalecendo sua posição geopolítica e estabelecendo parcerias estratégicas com outras nações. Além disso, o Brasil poderia compartilhar seu conhecimento e expertise em tecnologias GNSS com países em desenvolvimento, promovendo cooperação e contribuindo para o avanço tecnológico global.

Em termos de aplicação prática, um GNSS brasileiro traria benefícios para setores-chave da economia do país. Na agricultura, por exemplo, permitiria a adoção de práticas avançadas de agricultura de precisão, aumentando a produtividade e a competitividade do setor agrícola brasileiro. No transporte, otimizaria rotas e contribuiria para uma logística mais eficiente, resultando em redução de custos e melhorias na segurança viária. Além disso, o GNSS teria aplicações em setores como energia, comunicações, defesa e gestão de desastres, proporcionando ganhos significativos em termos de eficiência operacional, segurança e resiliência.

Em suma, o desenvolvimento de um GNSS brasileiro fortaleceria a projeção geopolítica do Brasil, conferindo-lhe maior autonomia tecnológica, ampliando sua influência global e contribuindo para o desenvolvimento econômico e social do país.

## REFERÊNCIAS

- AGNEW, J. (2003). **Geopolitics Re-Visioning World Politics**. London: Routledge.
- BALDWIN, D. (2019). **Power and International Relations**. London: Routledge.
- BASUMALLICK, C. (2022). What is GNSS (Global Navigation Satellite System)? Meaning, Working, and Applications in 2022. **Spiceworks**. Disponível em: <<https://www.spiceworks.com/tech/iot/articles/what-is-gnss/>> Acesso em: 19 maio 2023.
- BIDDLE, S. (2004). **Military Power: Explaining Victory and Defeat in Modern Battle**. Princeton University Press.
- BLACKWILL, R. D. HARRIS, J. M. (2016). **War by Other Means: Geoeconomics and Statecraft**. Harvard University Press.
- BRIGHTASCENSION (c2023). Cubesats: how to build a low-cost satellite. Bright Ascension. **Bright Ascension**. Disponível em: <<https://brightascension.com/cubesats-how-to-build-a-low-cost-satellite/>> Acesso em: 28 maio 2023
- BUZAN, B. (1991). **People, States and Fear: An agenda for international security studies in the post-Cold War era**. ECPR Press.
- CAFRUNI, S. (2017). Com custo de R\$ 2,8 bilhões, satélite de defesa não atrai interessados. **Correio Brasiliense**. Disponível em: <[https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/11/12/internas\\_economia,640439/com-custo-de-r-2-8-bilhoes-satelite-de-defesa-nao-atrai-interessados.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/11/12/internas_economia,640439/com-custo-de-r-2-8-bilhoes-satelite-de-defesa-nao-atrai-interessados.shtml)> Acesso em: 30 maio 2023.
- CHAPMAN, B. (2009). **Military Doctrine: A Reference Handbook**. ABC-CLIO.
- CHINA SATELLITE Navigation Office (CSNO). (c2023). BeiDou Navigation Satellite System. **beidou.gov.cn**. Disponível em: <<http://en.beidou.gov.cn/>> Acesso em: 11 de maio de 2023.
- COSTA, S. (2018). GNSS infrastructure and services for positioning in Brazil. **www.unoosa.org**. Disponível em: <<https://www.unoosa.org/documents/pdf/psa/gnss/Argentina2018/09.pdf>> Acesso em: 17 maio 2023.
- DODDS, K. (2007). **Geopolitics: A very short introduction**. Oxford University Press.
- European Union Agency for the Space Programme Agency (EUSPA). (c2023). **EUSPA**. Disponível em: <<https://www.euspa.europa.eu/european-space/galileo/What-Galileo> > Acesso em: 11 maio 2023.
- FAPESP (2005). Gente que faz... Satélites. **Pesquisa FAPESP**. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/gente-que-faz-satelites/>> Acesso em: 30 maio 2023.

FARRELL, J., & BARTH, M. (1999). **The Global Positioning System & Inertial Navigation**. McGraw-Hill Education.

FLEISCHER, M. **Geopolitics and Security in the Arctic: Regional Dynamics in a Global World**. London: Routledge, 2018.

FLINT, C. (2016). **Geopolitics and strategic management in the global economy**. IGI Global.

GABOR, M. (c2022). GPS Overview. **www.csr.utexas.edu**. Disponível em: <[https://www.csr.utexas.edu/texas\\_pwv/midterm/gabor/gps.html#anchor1735013](https://www.csr.utexas.edu/texas_pwv/midterm/gabor/gps.html#anchor1735013)> Acesso em: 19 maio 2023.

GAVIN, J. M. (1976). **War and Peace in the Space Age**. The National Defense University Press.

GEOINOVA (2021). Como funciona o satélite sino-brasileiro CBERS? **geoinova.com.br**. Disponível em: <<https://geoinova.com.br/o-satelite-sino-brasileiro-cbers/>> Acesso em: 17 maio 2023.

GLEASON, S., GEBRE-EGZIABHER, D. (2009). **GNSS Applications and Methods**. Artech House.

GLOBALCOM (c2019). The Cost of Building and Launching a Satellite. **globalcomsatphone.com**. Disponível em: <<https://globalcomsatphone.com/costs/>> Acesso: 16 maio 2023.

GLONASS Information-Analytical Center. (c2023). GLONASS Overview. **glonass-iac.ru**. Disponível em: <<http://www.glonass-iac.ru/en/GLONASS/>>. Acesso em: 11 de maio de 2023.

GRAY, C. S. (1999). **Modern Strategy**. Oxford University Press.

GROVES, P. D. (2013). **Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems**. Artech House.

HALLIDAY, F. (2014). **International Relations in a Changing World**. Cambridge: Polity Press.

HARRIS, S. (2023). Global Navigation Satellite System (GNSS) And Satellite Navigation Explained. Advanced Navigation. Disponível em: <<https://www.advancednavigation.com/tech-articles/global-navigation-satellite-system-gnss-and-satellite-navigation-explained/>> Acesso em: 16 maio 2023.

HUNTINGTON, S. P. (1993). **The clash of civilizations?** Foreign affairs, 72(3), 22-49.

IBGE (c2023) RBMC - Brazilian Network for Continuous Monitoring of the GNSS Systems. **IBGE**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/en/geosciences/full-list-geosciences/20079-brazilian-network-for-continuous-monitoring-gnss-systems.html?edicao=19214>> Acesso em 18 maio 2023.

INDIAN SPACE Research Organisation (ISRO). (c2023). Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS). Acesso em: <<https://www.isro.gov.in/irnss-programme>> 11 maio 2023.

IFSC (2006). Sistema de Navegação GPS. [wiki.sj.ifsc.edu.br](https://wiki.sj.ifsc.edu.br). Disponível em: <[https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php/Sistema\\_de\\_Navega%C3%A7%C3%A3o\\_GPS](https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php/Sistema_de_Navega%C3%A7%C3%A3o_GPS)> Acesso em: 19 maio 2023.

JAPAN AEROSPACE Exploration Agency (JAXA). (c2023). QZSS (Quasi-Zenith Satellite System). Disponível em: <<https://qzss.go.jp/en/>> Acesso em: 11 maio 2023.

JOHNSON, A., SMITH, B., & ANDERSON, C. (2014). **Challenges in the Design and Development of Global Navigation Satellite Systems**. IEEE Communications Magazine.

KAPLAN, E., HEGARTY, C. (2006). **Understanding GPS: Principles and Applications**. Artech House.

KEEGAN, J. (1993). **A History of Warfare**. Vintage Books.

KEOHANE, R. O., NYE JR, J. S. (1977). **Power and interdependence: World politics in transition**. Little, Brown.

KIM, J., LEE, J., & ENGE, P. (2018). **Challenges in Building High-Accuracy GNSS Augmentation Systems**. Navigation: Journal of the Institute of Navigation.

LABRADOR, V. (2023). Satellite Communication. **Encyclopedia Britannica**. Disponível em: <<https://www.britannica.com/technology/satellite-communication>> Acesso em: 28 maio 2023.

LI, Y., CLOSAS, P. & FERNÁNDEZ-PRADES, C. (2016). **Signal Processing Challenges for Next-Generation GNSS Receivers**. IEEE Signal Processing Magazine.

LÓPEZ-SALCEDO, J. A.; CLOSAS, P., & FERNANDEZ-GARCIA, E. (2015). **Challenges in Designing GNSS Antennas for Multi-Constellation Receivers**. IEEE Antennas and Propagation Magazine.

MAIOLO, J. A. (1997). **Logistics and the Outbreak of War: Contributions in Military Studies**. Greenwood Press.

MARI, A. (2020) Brazil seeks opportunities in space technology. **Zdnet**. Disponível em: <<https://www.zdnet.com/article/brazil-seeks-opportunities-in-space-technology/>> Acesso em: 19 maio 2023.

MASSALA, G. (2018). Entenda porque o satélite angolano custou 320 milhões de USD. **www.menosfios.com**. Disponível em: <<https://www.menosfios.com/entenda-porque-o-satelite-angolano-custou-320-milhoes-de-usd/>> Acesso em: 30 maio 2023.

MEARSHEIMER, J. J. (2001). **The tragedy of great power politics**. The Norton Series in World Politics.

MISRA, P., & ENGE, P. (2012). **Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance**. Ganga-Jamuna Press.

MOURY, T. (2021). Brazil Launches First Satellite with National Technology. **Diálogo Americas**. Disponível em: <<https://dialogo-americas.com/articles/brazil-launches-first-satellite-with-national-technology/?amp=1>> Acesso em: 18 maio 2023.

NYE, J. S. (2011). **The Future of Power**. PublicAffairs.

OLIVEIRA, C. O. A. (2018). Brazil PNT - Deployment Plans for the Largest Nation in South America. **gps.gov**. Disponível em: <<https://www.gps.gov/governance/advisory/meetings/2018-12/olany.pdf>> Acesso em: 17 maio 2023.

SANTIAGO, A. (2023) Novo satélite de Brasil e China custará até US\$ 140 mi e não será militar. **www.uol.com.br**. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2023/04/14/cbers-satelite-brasil-china-viagem-lula.htm>> Acesso em: 30 maio de 2023.

SAUSEN, T. M. (2001). **The China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS)**. ISPRS Society, Vol.6, nº 2, p. 27-28.

SILVA, D. H. (2016). **The China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS): program and policies**. 10.13140/RG.2.1.2308.3920.

SMITH, R. (2019). Got \$25,000? Then You Can Build a Satellite -- and a SpaceX Alumnus Will Help You Launch It. **The Motley Fool**. Disponível em: <<https://www.fool.com/investing/general/2016/05/22/got-25000-then-you-can-build-a-satellite-and-a-spa.aspx>> Acesso em: 28 maio 2023.

TSUI, J. B.-Y. (2004). **Fundamentals of Global Positioning System Receivers: A Software Approach**. John Wiley & Sons.

VAN CREVELD, M. (1991). **The Transformation of War**. Free Press.

VRABEL et al. (2021). **System characterization report on the China-Brazil Earth Resources Satellite-4A (CBERS-4A)**. System characterization of Earth observation sensors: U.S. Geological Survey Open-File Report 2021-1030, 35 p., <https://doi.org/10.3133/ofr20211030J>.

WALTZ, K. N. (1979). **Theory of international politics**. Waveland Press.

WANG, L., BAI, J., & GAO, G. X. (2017). **Challenges in the Development of GNSS-based Navigation for Unmanned Aerial Vehicles**. Journal of Navigation.

WENDT, A. (1999). **Social theory of international politics**. Cambridge University Press.

WIEBES, C. (2003). **Intelligence and the War in Bosnia 1992-1995**. M. E. Sharpe.