

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC MORENO DE QUEIROZ FIGUEIREDO

GEOINTELIGÊNCIA COMERCIAL:
a adequabilidade doutrinária para o Comando e Controle à luz da Teoria de John
Boyd.

Rio de Janeiro

2021

CC MORENO DE QUEIROZ FIGUEIREDO

GEOINTELIGÊNCIA COMERCIAL:
a adequabilidade doutrinária para o Comando e Controle à luz da Teoria de John
Boyd.

Dissertação apresentada à Escola de Guerra Naval,
como requisito parcial para a conclusão do Curso
de Estado-Maior para Oficiais Superiores.
Orientador: CF (RM1) Fabiano Rebello Cantarino

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2021

AGRADECIMENTOS

À minha querida esposa, por sempre embarcar comigo nas aventuras e desafios pessoais. Especialmente neste ano, em que aceitamos fazer, junto com o C-EMOS, o mestrado em Estudos Marítimos do Programa de Pós-graduação em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval. Não seria possível sem você!

Aos meus filhos, Bernardo e Rafael, por não enlouquecerem (tanto) a linda mãe que vocês têm.

À Escola de Guerra Naval, representando todos os militares que nela servem, pela oportunidade de aprimoramento pessoal e profissional.

Ao meu orientador, Capitão de Fragata (RM1) Fabiano Rebello Cantarino, pela dedicação e tempo emprestados para a confecção desta obra.

Ao Capitão de Fragata (RM1) Taborda, agradeço pela indicação de livro que alicerçou este estudo.

Ao meu amigo de turma CC Juarez, pela camaradagem no desafio de conduzir dois cursos simultaneamente. Não sei se seria possível sem nosso apoio mútuo.

“Em 2035, companhias civis que operam serviços e equipamentos espaciais poderão ser tão importantes para o Reino Unido como a indústria naval foi no século XX.”
(REINO UNIDO)

RESUMO

O crescente número de satélites orbitando o planeta tem o potencial de ser disruptivo para a Guerra Naval no séc. XXI. Tais ferramentas espaciais fornecem imagens detalhadas de qualquer parte do globo. Atualmente, metade de todos os satélites de observação da Terra são comerciais, provocando a reflexão do impacto do uso de tais fontes como entrada de conhecimento no processo decisório do Comando e Controle. Este trabalho pretendeu apresentar a ferramenta satelital e analisar a adequabilidade legal e doutrinária do emprego de serviços comerciais espaciais como fonte na atividade de inteligência. Tal pesquisa foi feita à luz da teoria de John Richard Boyd (1927-1997), de Comando e Controle, sintetizada pelo Ciclo OODA (Observar, Orientar, Decidir e Agir). Objetivou-se, por meio de pesquisa bibliográfica e documental, seguindo uma metodologia exploratória e dedutiva, verificar a existência ou não de limitações ou condicionantes para o emprego de tal fonte. Concluiu-se que não há óbices legais ou doutrinários para o emprego da geointeligência comercial, sendo essa uma tendência cada vez mais difundida entre os demais Estados e organizações.

Palavras-chave: Geointeligência comercial. Satélite. Comando e Controle. Ciclo OODA.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Adaptação do esquema final do Ciclo OODA de Boyd.....	21
Figura 2 - Fotografia satelital do Canal de Suez, demonstrando o efeito da cobertura de nuvens no sensor óptico.....	42
Figura 3 - Imagem do Canal de Suez realizada com radar de abertura sintética.....	43
Figura 4 - Concepção de inteligência de imagem (IMINT) produzida pelo autor.....	44
Figura 5 - Concepção de Geointeligência produzida pelo autor.....	44
Figura 6 - Visualização do aplicativo Savoir, apresentando a Amazônia Azul plotada no sistema.....	51
Figura 7 - Visualização do aplicativo Savoir, calculando as faixas de varredura, na Amazônia Azul, de quatro satélites diferentes em uma constelação simulada do projeto Lessonia-1.....	52
Figura 8 - Imagem produzida pelo satélite Sentinel-2 L2A em 29 de março de 2021. Resolução de 10 metros.....	62
Figura 9 - Imagem produzida pelo satélite WorldView-3 em 27 de março de 2021. Resolução de 2 metros.....	62
Figura 10 - Imagem produzida pelo satélite WorldView-3 em 27 de março de 2021. Resolução de 0.5 metros.....	63
Figura 11 - Imagem produzida pelo satélite Terra, destacando a diferença entre uma imagem com resolução de 250 metros e uma resolução de 20 metros.....	63
Figura 12 - Imagem produzida pelo satélite Terra, destacando a diferença entre uma imagem com resolução de 20 metros e uma resolução de 10 metros.....	64

Figura 13 - Imagem produzida pelo satélite Terra, destacando as diferenças entre uma imagem com resolução de dez metros e uma resolução de cinco metros.....	64
Figura 14 - Imagem produzida pelo satélite Terra, destacando a diferença entre uma imagem com resolução de 0.5 metros e uma resolução de 0.3 metros.....	65
Figura 15 - Imagem da do aplicativo Google Earth Pro. Resolução de até 0,3 metros.....	65
Gráfico 1 - Evolução anual do número de satélites de observação da Terra	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIN -	Agência Brasileira de Inteligência
AED -	Ação Estratégica de Defesa
AGO -	<i>Australian Geospatial-Intelligence Organization</i>
C2 -	Comando e Controle
CBERS -	<i>China-Brazil Earth-Resources Satellite</i>
CC2MD -	Centro de Comando e Controle do Ministério da Defesa
CCISE -	Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais
CIM -	Centro de Inteligência da Marinha
CIOp -	Centro de Inteligência Operacional
CSM -	Consciência Situacional Marítima
EGN -	Escola de Guerra Naval
EMA -	Estado-Maior da Armada
EMCFA -	Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas
END -	Estratégia Nacional de Defesa
ENINT -	Estratégia Nacional de Inteligência
EUA -	Estados Unidos da América
FAB –	Força Aérea Brasileira

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GEOINT -	Geospatial Intelligence
GPS -	<i>Global Positioning System</i>
IMINT -	Inteligência de Imagens
MAGE -	Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica
MB -	Marinha do Brasil
MD -	Ministério da Defesa
NGA -	<i>National Geospatial-Intelligence Agency</i>
NSG -	<i>National System for Geospatial Intelligence</i>
OODA -	Observar, Orientar, Decidir e Agir
OSINT -	<i>Open Source Intelligence</i>
OTAN -	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PEM 2040 -	Plano Estratégico da Marinha 2040
PESE -	Programa Estratégico de Sistemas Espaciais
PNAE -	Programa Nacional de Atividades Espaciais
PND -	Política Nacional de Defesa
PNI -	Política Nacional de Inteligência
SAR -	<i>Synthetic Aperture Radar</i>
SISBIN -	Sistema Brasileiro de Inteligência

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SGDC-1 - Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações

UCS - *Union of Concerned Scientists*

URSS - União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OS PRINCÍPIOS DO COMANDO E CONTROLE E AS LEIS E NORMAS QUE ORBITAM A GEOINTELIGÊNCIA COMERCIAL	15
2.1	C2 E O CICLO OODA	16
2.1.1	“Forty Second” Boyd.....	17
2.1.2	O Ciclo OODA.....	19
2.2	A GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL COMERCIAL NOS ORDENAMENTOS JURÍDICOS E NORMATIVOS.....	22
2.2.1	Documentos Nacionais.....	23
2.2.1.1	Arcabouço Legal.....	23
2.2.1.2	Doutrinas e Manuais.....	25
2.2.2	EUA, União Europeia, Austrália, OTAN, Índia e China.....	29
3	GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL COMERCIAL.....	33
3.1	DA PIPA ÀS CONSTELAÇÕES DE SATÉLITES.....	34
3.2	CONHECENDO O SATÉLITE.....	39
3.2.1	Tipos de Órbitas.....	39
3.2.2	Sensores Embarcados.....	41
3.3	A GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL.....	43
3.4	USO COMERCIAL DA GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL.....	45
4	O BRASIL E A GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL COMERCIAL.....	49
4.1	GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL AUTÓCTONE BRASILEIRA.....	49
4.2	O CICLO OODA E A GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL COMERCIAL.....	52

5	CONCLUSÃO.....	54
	REFERÊNCIAS.....	56
	ANEXO.....	62

1 INTRODUÇÃO

Em 22 de dezembro de 2015, após cinco anos e dezenove lançamentos de sucesso, porém com pousos catastróficos, a companhia estadunidense SpaceX¹ conseguiu realizar um feito inédito: pousar um foguete para ser utilizado em um novo lançamento. Naquele evento, o primeiro foguete reutilizável do mundo, o Falcon 9, colocou em órbita doze satélites diferentes e retornou à superfície, pousando em segurança (CHENG, 2015).

Adicionalmente a essa inovação disruptiva, a capacidade de miniaturização dos sensores tem possibilitado o lançamento de grandes quantidades de satélites por um mesmo foguete. Como exemplo, cita-se o lançamento recorde de 143 satélites simultaneamente, realizado pela SpaceX (THOMPSON, 2021). Mesmo as demais operadoras de foguetes, que ainda não dominam a tecnologia de reutilização e pouso, têm se beneficiado com a redução das dimensões e pesos dos sensores colocados em órbita.

Como será exposto neste trabalho, e em decorrência das evoluções tecnológicas apresentadas, a quantidade de sensores sendo colocada em órbita vem crescendo exponencialmente e, com isso, a oferta de imagens satelitais também. Tal fato possui relação direta com o “Plano Estratégico da Marinha 2040” (PEM 2040), uma vez que, nesse documento, foi proposto o conceito de defesa proativa da Amazônia Azul (BRASIL, 2020a). De forma a vigiar e defender proativamente esse patrimônio marítimo, faz-se necessário o uso de todas as fontes de conhecimento disponíveis.

Busca-se, como propósito deste trabalho, analisar a adequabilidade legal e doutrinária da geointeligência espacial comercial e revelar como essa atividade pode auxiliar na desafiadora proposta do PEM 2040. Pretende-se demonstrar que, mesmo com os projetos

¹ Sediada na cidade estadunidense de Hawthorne, a companhia foi fundada em 2002 e fabrica foguetes com objetivo de reduzir os custos do transporte espacial. O Foguete Falcon 9 é o primeiro foguete reutilizável do mundo, sendo usado desde 2010 para colocar equipamentos diversos em órbita (Disponível em: www.spacex.com Acesso: 05 Jul. 2021).

autóctones de satélites de vigilância do Brasil, a dependência de imagens comerciais é uma realidade e uma tendência mundial. A relevância do objeto proposto se baseia na importância do conhecimento para o processo decisório.

A metodologia empregada será exploratória e dedutiva, fundamentada por meio de pesquisa bibliográfica e documental. O presente estudo encontra-se estruturado em cinco capítulos.

Após essa breve introdução, como parte do desenvolvimento e análise, o segundo capítulo abordará a teoria de John Richard Boyd (1927-1997) e sua relação com o Comando e Controle. Serão observados, adicionalmente, o arcabouço legal e doutrinário que abarca o objeto em análise, em busca de verificar sua adequabilidade para o Brasil, além de exemplificar algumas percepções estrangeiras sobre o tema.

O terceiro capítulo contemplará a geointeligência comercial, apresentando um histórico da busca por imagens estratégicas, desde o uso de combatentes em pipas até os modernos nanossatélites. Da mesma forma, serão expostos alguns conceitos fundamentais sobre a ferramenta satelital e será apresentada uma visão contemporânea sobre o mercado de imagens espaciais.

O quarto capítulo analisará o objeto da pesquisa à luz da teoria de John Boyd, após a verificação da adequabilidade legal e doutrinária. Por fim, a conclusão deste trabalho registrará o resultado obtido, sugerindo, adicionalmente, possíveis linhas de investigação futuras.

A seguir, inicia-se a análise do arcabouço legal e normativo alusivo ao objeto, após se apresentar a teoria paradigmática de Comando e Controle, proposta por John Boyd.

2 OS PRINCÍPIOS DO COMANDO E CONTROLE E AS LEIS E NORMAS QUE ORBITAM A GEOINTELIGÊNCIA COMERCIAL

Neste capítulo serão apresentados os dois referenciais teóricos usados na análise do objeto deste trabalho. Inicialmente, abordando a Teoria de John Boyd e sua abordagem do ritmo do ciclo de decisão entre oponentes, bem como sua importância na busca de conhecimento. Em seguida, será apontado o arcabouço legal e doutrinário sobre a geointeligência, inteligência e contrainteligência.

No estudo da teoria de John Boyd, será analisado como ela se tornou o paradigma atual para o Comando e Controle (C2), apresentando um breve histórico da vida desse renomado pensador e militar. Este trabalho concentrará maior ênfase na contribuição mais famosa de Boyd: o ciclo OODA (Observar, Orientar, Decidir e Agir).

Apesar de ter ganho aderência nas operações terrestres², após seu uso imediato na guerra aérea, a teoria de Boyd pode ser aplicada a qualquer situação de conflito. Havendo duas mentes opostas, em uma dialética de vontades como prevista pelo General Beaufre, ou havendo a dialética militar preceituada por Joly de Maiseroy (COUTAU-BEGARIE, 2010, p.66), haverá espaço para a disputa entre as velocidades do ciclo OODA de cada um. Aquele que souber dinamizar seu processo decisório e “rodar” o ciclo mais rápido, estará mais perto da vitória. Para tal, faz-se mister acessar, oportunamente, conhecimentos cruciais para as decisões militares.

Pode-se usar o exemplo do estudo comparativo entre os poderes militares chineses e indianos, nos anos de 2018, apresentado por Bommakanti (2018). Os dois Estados encontram-se em uma disputa para “rodar” o ciclo OODA mais rápido que o oponente, e fazem isso em

² Esta dialética mental foi bastante absorvida pela doutrina do Corpo de Fuzileiros Navais Estadunidense (US Marine Corps), especialmente nos manuais da Guerra de Manobra. A ideia de manobrar a tropa de forma rápida e envolvente e impedir que o adversário consiga completar o ciclo OODA foi debatida no período pós-Vietnam e aplicada na Guerra do Golfo (BROWN, 2018, p. XXVI).

uma corrida por mais recursos de vigilância espacial. Tanto a Doutrina de Guerra de Informação Indiana de 2010 quanto a Reforma Militar Chinesa de 2015, incluíram o ciclo OODA em seus textos, juntamente com as definições de consciência situacional marítima (CSM). Bommakanti destaca a corrida tecnológica que ambos Estados estão empreendendo para possuir cada vez mais satélites de observação, tentando incrementar sua CSM em relação ao outro Estado. Segundo a *Union of Concerned Scientists* (UCS)³, a China está ganhando essa corrida e possui 222 satélites de observação da Terra, em órbita, enquanto a Índia somente 30 (UCS, 2021).

Em seguida, serão apresentadas as normas e doutrinas em vigor, e algumas no exterior, que abarcam a geointeligência. A intenção é analisar a forma como a geointeligência é abordada para possibilitar a verificação de adequabilidade da compra de imagens. Serão expostos exemplos internacionais de doutrinas que mencionam a compra de imagens, como as dos Estados Unidos da América (EUA), da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), da Índia e da China.

2.1 C2 E O CICLO OODA

Thomas Kuhn observou que a evolução científica tem sua linearidade interrompida, de tempos em tempos, por anomalias que rompem com os paradigmas vigentes. Para explicá-las, é necessário um novo paradigma que nascerá por meio de uma revolução científica (KUHN, 2011). Alberts e Hayes (2006) aplicam esse conceito de Kuhn no mundo do C2 que, segundo os autores, estaria passando por uma mudança de paradigma. Novas tecnologias e o crescente acesso à informação demandariam uma revisão na forma como se ensina e se pratica o C2.

Nesse contexto de grande acesso à informação e de tecnologia em evolução, a teoria

³ A *Union of Concerned Scientists*, fundada em 1969 por cientistas e estudantes no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), atualiza anualmente a quantidade de satélites em órbita emitindo um relatório completo em formato de planilha com diversas informações por satélite.

do ciclo OODA permanece intrínseca aos estudos de C2. Ela descreve a importância de acessar a informação mais correta e oportuna, para iniciar o ciclo OODA antes do oponente. Faz-se mister analisar todas as formas disruptivas de acesso à informação, e manter o acompanhamento para o surgimento de novas, buscando acessar os dados cruciais antes do inimigo. Esta pesquisa entende que a geointeligência espacial comercial já é uma dessas formas disruptivas.

A seguir apresenta-se um pouco da história de John Boyd e como se deu o surgimento da sua teoria do ciclo OODA.

2.1.1 “*Forty Second*” Boyd

Nascido em 23 de janeiro de 1927, John Richard Boyd atuou como piloto de F-86 Sabre da Força Aérea Estadunidense, combatendo MIGs durante a Guerra da Coreia (1950-1953). Ao término da guerra, foi alocado como instrutor na Base de Nellis⁴. Segundo Coram (2002), Boyd se dedicou a estudar e aperfeiçoar manobras de combate aéreo se tornando uma referência no assunto, em uma época em que a maioria na guerra nuclear e subestimava a importância do combate convencional.

Ainda, segundo Coram (2002, p.88), não havia piloto mais habilidoso que Boyd em toda a base de Nellis. Ele usou sua perícia para levar as aeronaves de treinamento ao limite e começou a propor manobras mais ousadas de combate aéreo. Ficou conhecido como “*forty-second Boyd*”, pois apostava 40 dólares com os alunos ao afirmar que, após deixá-los assumirem posição de ataque em sua cauda, precisaria somente de 40 segundos para manobrar e estar na cauda deles, em nova posição de ataque. Nunca perdeu uma aposta.

Boyd também teve uma passagem extraordinária na vida acadêmica. Durante um curso de Engenharia de Produção no Instituto de Tecnologia da Geórgia, patrocinado pela Força

⁴ A base de Nellis, a maior do mundo à época, dedicava um décimo do espaço aéreo do estado de Nevada para a Força Aérea. Recebeu a maioria dos pilotos que retornaram da Guerra da Coreia. (CORAM, 2002, p. 101).

Aérea Estadunidense, descobriu uma relação entre a energia e a manobrabilidade das aeronaves. Em um combate aéreo, o oponente que está em altitude maior possui mais energia potencial do que aquele que está em menor altitude. Dessa forma, ele pode descer e aumentar a velocidade, ganhando vantagem relativa no ataque.

Essa relação entre energia e manobrabilidade, proposta por Boyd, causou grande impacto na Força Aérea. Tanto que, às vésperas de embarcar para combater no Vietnã, ele foi alocado no Pentágono⁵ para trabalhar no projeto F-X⁶. Ao analisar o projeto, Boyd retificou alguns pontos otimizando o F-15 e, além disso, propôs que deveria ser feito outro projeto para um caça mais leve e de maior manobrabilidade. Assim, nasceu o F-16, um dos melhores aviões de combate da história (CORAM, 2002, p. 246).

Boyd foi um exímio piloto em combate, um excelente instrutor de voo, um cientista desenvolvedor de inovadora teoria da relação entre energia e manobrabilidade e consultor para uma das melhores armas aéreas já construídas. Mas nenhuma dessas passagens o tornou tão conhecido como sua teoria do Ciclo OODA, como destaca Coram (2002):

Boyd foi um dos homens desconhecidos mais importantes de seu tempo. Ele fez o que poucos privilegiados conseguem fazer: ele mudou o mundo. [...] Seu trabalho mais importante foi uma palestra de seis horas. Assim, não há nada para o mundo acadêmico analisar ou estudar. É por isso que tanto Boyd e seu trabalho permanecem amplamente desconhecidos fora do mundo militar (CORAM, 2002, p. 7, tradução nossa).⁷

Enquanto esteve na Guerra da Coreia, a semente do que seria essa teoria foi plantada em sua mente. Percebeu que o canopi⁸ em formato de bolha das aeronaves F-86 da Força Aérea

⁵ Construído em 1941, com mais de 650 mil toneladas de areia e usando a mesma quantidade de aço que um encouraçado, o Pentágono é a sede do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América. (VOGEL, 2008, p. xiii).

⁶ O projeto F-X foi um projeto da Força Aérea dos EUA que disputava espaço no orçamento com o projeto da Marinha Estadunidense. Eventualmente os dois evoluíram para o F-15 e o F-14, respectivamente.

⁷ *“Boyd was one of the most important unknown men of his time. He did what so few men are privileged to do: he changed the world. [...] His most important work was a six-hour briefing. Thus, there is almost nothing for academics to pore over and expound upon. That is why today both Boyd and his work remain largely unknown outside the military.”*

⁸ Canopi é a parte transparente em uma aeronave militar que cobre o assento do piloto. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/canopy>.

Estadunidense permitia uma maior observação do cenário tático, do que os canopis dos MIG da Força Aérea Soviética. Essa pequena alteração entre as aeronaves teria feito toda a diferença no campo de batalha, uma vez que os pilotos americanos tinham maior campo visual que os inimigos. Adicionalmente, os controles do F-86 eram hidráulicos, enquanto os dos MIGs eram mecânicos. Como observavam a situação tática de forma mais ampla, e respondiam com comandos mais rápidos nas manobras, os pilotos estadunidenses podiam engajar, em manobras ofensivas e defensivas, mais rapidamente, obtendo, assim, uma razão de vitórias de dez para um naquele conflito (CORAM, 2002, p.256).

2.1.2 O Ciclo OODA

Boyd registrou seus estudos em palestras proferidas ao longo dos anos em que se dedicou à análise do combate. Durante sua pesquisa, essas apresentações foram, aos poucos, conduzindo seu pensamento para a Teoria do Ciclo OODA.

John Boyd começou a formar seu modelo mental com a palestra "*Destruction and Creation*" em que ressalta que as decisões de sobrevivência são fruto da construção mental da realidade observada. Seja de forma dedutiva, destruindo o genérico em partes mais específicas, ou de forma indutiva, construindo com as partes específicas uma imagem genérica da situação. O observador compreenderia o universo a sua volta por meio de ciclos de construção e destruição mental (BROWN, 2018, p.94).

[...] O Corpo de Fuzileiros Navais Estadunidense adotou seus conceitos de combate para emprego no ambiente de novas ameaças, em que a variedade de possíveis adversários requer uma estrutura mental de flexibilidade quase infinita que mire na única coisa que todos os adversários têm em comum: **a mente humana** (BROWN, 2018, p. 30, tradução nossa, grifo nosso)⁹.

⁹ “[...] Marine Corps adopted his warfighting concepts for the use in a new threat environment in which the variety of possible adversaries required a mental framework of infinite flexibility that zeroed in on the one thing every adversary shared: a human mind.”

De forma a validar sua teoria, Boyd a aplica em diversos momentos históricos que continham decisões cruciais, em busca de um padrão comum. Em especial, nos momentos da história cujas mudanças no contexto e no ambiente causaram confusão ou demora no processo decisório. Boyd colocou esse trabalho histórico em uma outra apresentação chamada “*Patterns of Conflict*”.

No começo da construção dessa nova apresentação, Boyd analisou como a elevada manobrabilidade do F-16 permitia que seus pilotos ganhassem superioridade no combate aéreo, perdendo e ganhando energia e altitude de forma mais acelerada que os oponentes. Ou como Boyd mesmo colocou: “[...] para vencer ou ganhar superioridade, nós devemos operar em um ritmo mais rápido que o adversário, ou se quiser colocar de outra forma... entrar na escala temporal de observação-decisão-ação do adversário.” (BOYD, 1986, p.5, tradução nossa)¹⁰.

Com isso, Boyd chegou ao seguinte resultado:

‘Eu vou tender a ficar um pouco em dúvida, pois suas ações são ambíguas pra mim. Eu começo em dúvida, mas logo estarei confuso, desorientado e entrando em pânico. Você acabou de me desequilibrar e era exatamente isso que você queria.’ O sucesso é medido por um adversário confuso e desorientado perguntando: ‘O que houve?’ (BROWN, 2018, p. 94, tradução nossa)¹¹.

Ainda na palestra “*Patterns of Conflict*”, Boyd (1986) sugere que ações de inteligência (sinais, imagens e agentes), reconhecimento e patrulhas sondam e testam o adversário, antes e durante as operações de combate, e mapeiam as alterações nos padrões de forças, fraquezas, movimentos e intenções. Nesse ponto, observa-se a importância que Boyd deu às operações que visam buscar conhecimento sobre o inimigo, para iniciar o ciclo OODA primeiro. Como os pilotos de Sabre na Coreia, é preciso usar o canopi que permite uma melhor

¹⁰ “[...] to win, we should operate at a faster tempo or rhythm than our adversaries—or, better yet, get inside the adversary’s Observation–Orientation–Decision–Action time cycle or loop.”

¹¹ “I am going to tend to become a bit uncertain because your actions appear ambiguous to me. I become a little uncertain and pretty soon I am confused, disordered, and going into a panic situation. You have unraveled me, and that is what you wanted to do.” Success was measured by a confused and disoriented opponent saying, “What happened?”

visada.

"*Destruction and Creation*", "*Patterns of Conflict*" e outras apresentações foram compiladas por Boyd em uma única palestra denominada "*A Discourse on Winning and Losing*". Segundo Hammond (2018), Boyd a proferiu mais de 1.500 vezes em todo o território estadunidense, atualizando e implementando melhorias ao longo desse processo. Ainda, segundo Hammond (2018), em 1995, Boyd atualizou sua palestra incluindo um resumo de seu pensamento, que seria o diagrama do ciclo OODA. Para Boyd, o ciclo OODA seria a compressão final de suas ideias. Ele denominou essa versão final de "*The Essence of Winning and Losing*". Abaixo, apresentamos o modelo síntese da Teoria de John Boyd.

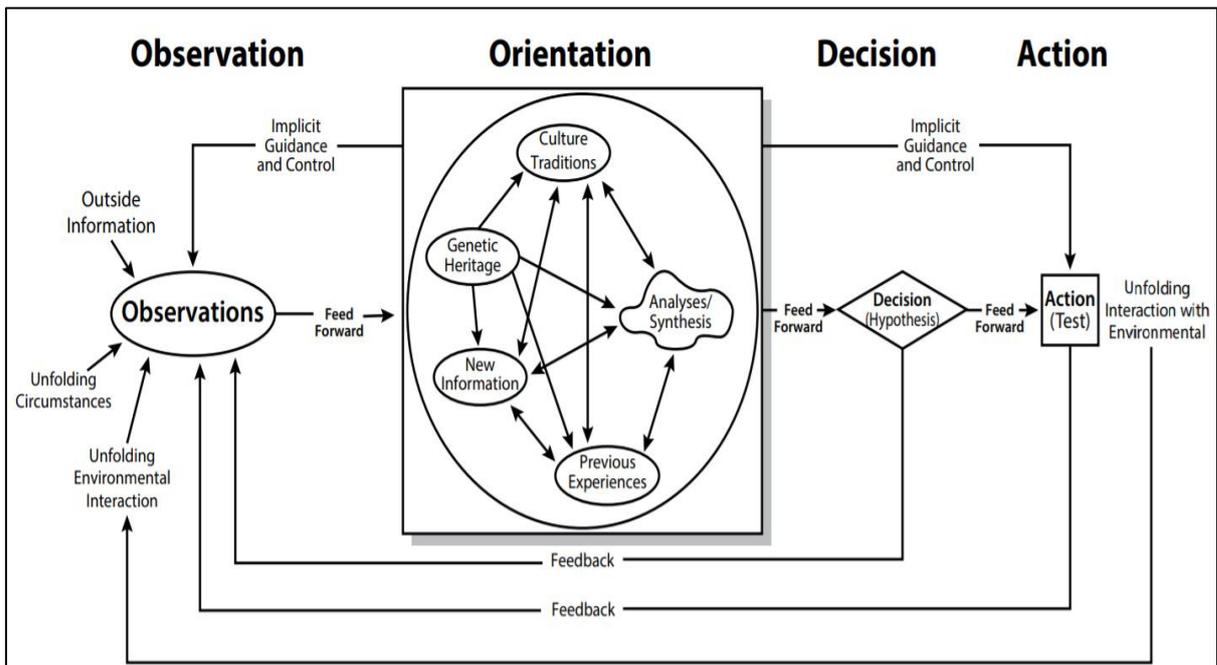


FIGURA 1 – Adaptação do esquema final do Ciclo OODA de Boyd.
Fonte: HAMMOND, 2018.

Compreendendo a importância do ritmo do ciclo OODA em um ambiente conflituoso, percebe-se o quão mister é a obtenção de conhecimento. Ela é o começo do ciclo e do qual partem as orientações e decisões. Como o exemplo da Guerra da Coreia demonstrou, o oponente que consegue observar primeiro, aumenta suas chances de sucesso.

Nesse contexto, havendo uma fonte de conhecimento disponível para todos os

atores, não seria prudente deixar de acessá-la. Corre-se o risco de que o oponente observe algo crucial antes e, assim, entre no ciclo OODA do decisor. Pode-se acabar, como Boyd descreveu, confuso e desorientado, se perguntando: “O que houve?”.

Este trabalho apresentará uma ferramenta de acesso a esses conhecimentos e uma forma de iniciar o ciclo OODA mais rápido: a geointeligência espacial comercial. Como Boyd alertou: “aquele que não quiser, ou não conseguir, tomar a iniciativa em explorar a variedade, rapidez e harmonia... irá perecer ou sobreviver para ser dominado” (BOYD, 1986, p.174, grifo do autor, tradução nossa)¹².

Em seguida, relacionar-se-ão os arcabouços legal e doutrinário dessa ferramenta de vigilância.

2.2 A GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL COMERCIAL NOS ORDENAMENTOS JURÍDICOS E NORMATIVOS

A seguir, apresentar-se-ão as principais leis, doutrinas e manuais nacionais que também mencionam, ou circundam, o tema da geointeligência. O objetivo é mostrar o arcabouço normativo e identificar possíveis restrições à aquisição de imagens comerciais para o processo de decisão e de C2.

Inicialmente, será abordado o arcabouço legal, seguido dos documentos do Ministério da Defesa (MD), da Marinha do Brasil (MB) e, posteriormente, das demais forças singulares. Complementarmente, será mostrado como alguns atores internacionais estão abordando o tema em lide, em especial, EUA, OTAN, Índia e China.

Por fim, serão analisadas as implicações tanto no ramo da inteligência como no ramo da contrainteligência. Especificamente no que tange à contrainteligência, buscar-se-ão as

¹² “*He who is unwilling or unable to take the initiative to exploit variety, rapidity, and harmony . . . goes under or survives to be dominated.*”

implicações de segurança, legais e doutrinárias, ao realizar contratos comerciais de fornecimento de imagens.

2.2.1 Documentos Nacionais

2.2.1.1 Arcabouço Legal

Nesta parte serão apresentadas as políticas e estratégias nacionais que abordam o tema objeto desta dissertação, além de citar a norma jurídica que criou o Sistema Brasileiro de Inteligência (SISBIN). Inicialmente, o Decreto 8.793/2016 (BRASIL, 2016a) fixou a “Política Nacional de Inteligência” (PNI), definindo a inteligência como a atividade que produz e difunde conhecimentos de fatos dentro e fora do território nacional, contribuindo para o processo decisório do governo e proteção do Estado (BRASIL, 2016a).

Nesse mesmo decreto, o conceito de contrainteligência é apresentado como a “prevenção e neutralização da inteligência adversária, protegendo dados, conhecimentos, pessoas e instalações de interesse nacional” (BRASIL, 2016a).

Esse instrumento legal foi emitido nos termos estabelecidos pela Lei nº 9.883/1999, que instituiu o SISBIN, além de outras providências, apesar de não mencionar fontes abertas¹³ nem sensoriamento remoto¹⁴ (BRASIL, 1999).

Cabe destacar que o Art. 1º da referida Lei descreve que um dos fundamentos do SISBIN é a preservação da soberania nacional e o Art 2º inclui nesse sistema qualquer órgão da Administração Pública Federal que possa produzir conhecimento de interesse nacional. Por

¹³ Apesar de o termo oficial ser fonte aberta, e não haver diferenciação entre aberta comercial ou gratuita, este trabalho entendeu por bem usar o termo fonte comercial para reforçar que são serviços abertos, mas passíveis de contratos comerciais de sigilo.

¹⁴ Inicialmente o termo “sensoriamento remoto” foi largamente empregado para contextualizar a vigilância espacial e aérea. Nos documentos mais recentes o termo deu lugar à “geointeligência”.

essa razão que a Marinha do Brasil é parte integrante do SISBIN.

Por fim, a PNI destaca a necessidade de expandir a capacidade operacional da Inteligência visando ao melhor aproveitamento e à produção de resultados. São pontuadas as necessidades de melhores recursos humanos e materiais, incrementando a qualificação do pessoal e o acesso a outras fontes. Percebe-se que a PNI já prevê o uso de recursos financeiros para produção de conhecimento e a importância da busca constante por capacitação e treinamento.

Decorrente da PNI, instituiu-se a “Estratégia Nacional de Inteligência” (ENINT), pelo Decreto nº 14.503/2017, nos termos estabelecidos pela Lei nº 9.883/1999. A ENINT, entretanto, não apresentou nenhuma menção às fontes abertas, comerciais ou não, nem à possibilidade de contratos de fornecimento de dados pagos (BRASIL, 2017a).

No âmbito das atividades relacionadas à defesa nacional, a “Política Nacional de Defesa” (PND) (BRASIL, 2018a) e o “Livro Branco de Defesa” (BRASIL, 2018b) não fazem menção ao sensoriamento remoto nem à aquisição de imagens de inteligência.

Já a “Estratégia Nacional de Defesa” (END) (BRASIL, 2018c) especifica algumas possibilidades do setor espacial, a saber:

Os esforços no setor espacial buscarão garantir o acesso a dados e viabilizar economicamente o desenvolvimento de tecnologias críticas de interesse do País, [...]. Além disso, deverão propiciar o seu uso em aplicações para a sociedade nas áreas de comunicações, meteorologia, observação da terra, navegação e monitoramento do espaço, bem como a **exploração comercial de serviços e produtos associados às atividades espaciais. (BRASIL, 2018c, p. 32, grifo nosso)**

Desse modo, pontua-se o uso dual dos produtos e serviços espaciais, sendo potencialmente empregados no esforço governamental e, também, explorados comercialmente. Destaca-se, também, na Ação Estratégica de Defesa número cinco (AED-5) a meta de aprimorar as atividades de geoinformação.

Existe, ainda, a “Política de Sensoriamento Remoto de Defesa” (BRASIL, 2006a), que incentiva a capacitação do pessoal e nacionalização dos sistemas. Ela, porém, não define

os formatos de aquisição de imagens, não restringindo aquisição por fontes comerciais.

Assim, após a análise do arcabouço supracitado, pode-se concluir, parcialmente, que não há nenhuma restrição legal explícita à contratação de serviços comerciais de imagens satelitais.

Será apresentada, a seguir, uma análise das doutrinas e manuais afetos ao objeto em tela.

2.2.1.2 Doutrinas e Manuais

Nesta parte do estudo destacam-se as doutrinas e normas que abarcam o tema da geointeligência, iniciando com a doutrina em nível nacional, depois em nível de defesa e finalizando nos níveis das Forças Armadas.

No mais alto nível, a “Doutrina Nacional da Atividade de Inteligência - Fundamentos Doutrinários” (BRASIL, 2016b), aprovada pela Portaria N° 244-ABIN/GSI/PR/2016, diferencia a coleta de dados de livre acesso e a coleta de dados negados (protegidos pelo detentor). Na mesma doutrina, a definição de conhecimento é apresentada como sendo a “representação, que descreve ou interpreta, evento ou coisa, de interesse para a Atividade de Inteligência”¹⁵.

Entretanto, a “Doutrina de Inteligência de Defesa” (BRASIL, 2005) não define geointeligência nem fonte comercial, mas prevê o uso de satélites para fornecimento de imagens de interesse. Percebe-se que existia um entendimento, já em 2005 e um ano antes da “Política de Sensoriamento Remoto de Defesa”, de que, por não haver sensores espaciais autóctones no Brasil, seria natural a aquisição de imagens de fontes comerciais.

¹⁵ Atividade de Inteligência é o exercício permanente de ações especializadas destinadas à produção de conhecimentos e à proteção da sociedade e do Estado, com vistas ao assessoramento de autoridades de sucessivos governos, nos respectivos níveis e áreas de atribuição. (BRASIL, 2016b).

Da mesma forma, a “Doutrina de Inteligência Operacional para Operações Combinadas”¹⁶ (BRASIL, 2006b) somente destaca a importância de centralizar a aquisição de imagens para evitar desperdício de recursos, não especificando se serão obtidas por sensores nacionais ou comerciais.

Por outro lado, a “Doutrina Militar de Defesa”, emitida em 2007, não abarca a aquisição de imagens, sensoriamento remoto, nem fontes abertas, sejam elas comerciais ou não (BRASIL, 2007).

Para os casos de emprego conjunto, a “Doutrina de Operações Conjuntas” prevê que o Estado-Maior Conjunto concentrará as demandas de aquisição imagens dos Comandos Conjuntos, quando ativados. Menciona, ainda, que esses ativos de inteligência poderão ser produzidos ou adquiridos pelo Centro de Inteligência Operacional¹⁷. Ademais, destaca que na iminência de deslocamento de um Comando Operacional, os sistemas de inteligência deverão direcionar os esforços para monitoramento constante do teatro de operações, devendo considerar todas as fontes para a atividade de inteligência. Por fim, já registra as fontes abertas (OSINT)¹⁸ como uma das fontes para a atividade de inteligência (BRASIL, 2020g).

Ressalta-se que, apesar de haver uma série de outros tipos de operações militares, que não se enquadram como conjuntas, essa doutrina supracitada demonstra haver entendimento no nível do Ministério da Defesa de que é permitida a aquisição de imagens comerciais.

A “Doutrina de Inteligência da Marinha” (BRASIL 2020b), elaborada pelo Estado-Maior da Armada (EMA), inclui o sensoriamento remoto como uma fonte de dados de

¹⁶ O termo “Combinada” foi doutrinariamente revisto, sendo substituído por “Conjunta”.

¹⁷ O Centro de Inteligência Operacional (CIOP) é uma estrutura integrante do Sistema de Comando e Controle (C²), componente do Centro de Comando e Controle do Ministério da Defesa (CC²MD) e operado pela Subchefia de Inteligência de Defesa. [...] O CIOP centraliza, no âmbito do Estado Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA), a aquisição de imagens provenientes da atividade de sensoriamento remoto (orbitais ou de aerolevantamentos) e exerce coordenação entre os Comandos de Operações das Forças no que tange à aquisição, compartilhamento, distribuição e utilização desses produtos.” (BRASIL, 2020b).

¹⁸ Acrônimo do idioma inglês: *Open Source Intelligence* (tradução livre).

inteligência. Destaca, também, que as imagens satelitais têm seu emprego cada vez mais difundido e reforça que essa ferramenta apoia a estrutura de dados de Inteligência Operacional no planejamento e controle de operações militares.

Essa mesma publicação faz referência à utilização de fontes abertas como uma forma de encontrar, selecionar e adquirir dados para produzir conhecimento.

A “Instrução Permanente N° 10-02” do Centro de Inteligência da Marinha (CIM), que versa sobre produtos de inteligência, define geointeligência como “a apresentação de um produto geográfico, sobre o qual foram aplicadas técnicas de análise, a fim de ampliar a consciência situacional, que subsidiarão os conhecimentos de inteligência” (BRASIL, 2020c).

Ainda na publicação em lide, destaca-se que, apesar do fornecimento de imagens normalmente ser feito pelo MD ou pela Força Aérea Brasileira (FAB), elas poderão ser obtidas junto a outros órgãos, empresas ou *sites* especializados (BRASIL, 2020c).

Segundo o “Manual Técnico de Geointeligência do Exército Brasileiro” (BRASIL, 2019a), a expressão “geointeligência” origina-se da contração do vocábulo “inteligência geoespacial” e é um produto da soma de três produtos complementares: a imagem, a inteligência de imagem e a geoinformação. Esse manual não comenta nada sobre o formato de aquisição das imagens.

De acordo com o “Manual de Campanha de Geoinformação do Exército Brasileiro” (BRASIL, 2014), a geoinformação é um conhecimento associado a uma referência geográfica, ou georreferenciado, resultado do processamento de dados espaciais, que se destina a apoiar o processo decisório. Nessa linha, o manual emprega o termo “geoinformação” de forma abrangente, não fazendo distinção entre dado, informação ou conhecimento geoespacial, pois o nível de processamento, análise e interpretação dos dados geoespaciais dependerá da aplicação a que se destina. Estabelece, também, as fontes de dados geoespaciais e as diferencia entre públicas ou privadas. No que tange às fontes privadas, o manual esclarece que a coleta é

realizada pela aquisição diretamente no provedor e reforça que existem muitas fontes desse tipo disponíveis para os usuários.

Dois documentos analisados mencionam a importância de se ter sistemas nacionais satelitais e sua relevância para a soberania nacional, a saber: o “Programa Nacional de Atividades Espaciais” (PNAE) (BRASIL, 2012) e o “Programa Estratégico de Sistemas Espaciais” (PESE) (BRASIL, 2018d). Ambos não fazem nenhuma menção à geointeligência ou à aquisição de imagens comerciais.

Os seguintes documentos publicados pelo Ministério da Defesa foram analisados, mas não trouxeram contribuição ao objeto em estudo, a saber: “Política de Segurança da Informação para o Sistema Militar de Comando e Controle” (BRASIL, 2015e), “Política para o Sistema Militar de Comando e Controle” (BRASIL, 2015c), “Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle” (BRASIL, 2015d) e “Conceito Operacional do Sistema Militar de Comando” (BRASIL, 2016d).

No âmbito doutrinário da MB, a publicação “Princípios e Conceitos da Atividade de Inteligência”, produzida pelo EMA, também não faz menção à aquisição de imagens comerciais. Nesse documento, contudo, consta a definição de inteligência de imagens como sendo o conjunto de informações colhidas dentro do universo eletromagnético (BRASIL, 2016c).

Como último documento nacional analisado, destaca-se a publicação “Cenários de Defesa 2020-2039 - Sumário Executivo” que explicita a dependência de fontes espaciais comerciais:

Portanto, enquanto não dominar a tecnologia espacial, nem possuir posições orbitais, satélites e frequências de comunicações próprias para atender às suas necessidades, o Brasil **dependerá da compra de serviços** que poderão ser interrompidos pelos fornecedores conforme seus interesses, impondo condições desfavoráveis ao desenvolvimento e à soberania nacionais (BRASIL, 2017b, p. 74, grifo nosso).

Percebe-se que existe pouco material na doutrina que mencione a aquisição de imagens comerciais para produção de geointeligência espacial. Contudo, não foi encontrada

nenhuma restrição a esse tipo de obtenção. Outrossim, vê-se uma crescente tendência de uso de imagens comerciais nos exemplos ocidentais constantes neste estudo.

Serão abordados, no terceiro capítulo, os números de satélites lançados nos últimos anos, comerciais e governamentais, e a forte tendência de que a oferta de imagens aumente em um futuro bem próximo. Também cabe reforçar a necessidade de acessar todas as fontes disponíveis no mercado, tendo em vista a necessidade de “rodar” o ciclo OODA sempre mais rápido que as ameaças em potencial, sob o prego de ter oponentes acessando algum dado crítico antes do Brasil.

2.2.2 EUA, União Europeia, Austrália, OTAN, Índia e China

De forma a contextualizar como alguns atores internacionais estão incorporando o conceito de geointeligência, seguem alguns exemplos dos EUA, União Europeia e Austrália.

A “Doutrina Básica de Geointeligência” do *National System for Geospatial Intelligence*¹⁹ dos EUA define geointeligência como:

*The term ‘geospatial intelligence’ means the exploitation and analysis of imagery and geospatial information to describe, assess, and visually depict physical features and geographically referenced activities on the earth. Geospatial intelligence consists of **imagery, imagery intelligence, and geospatial information**²⁰. (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2018, p. 3, grifo nosso).*

De forma semelhante, o Centro de Satélites da União Europeia entende que geointeligência é:

*The term GEOINT stands for GEOspatial INTelligence, which is a discipline that comprises the exploitation and analysis of **imagery and geospatial information** to describe, assess, and visually depict physical features and geographically referenced*

¹⁹ *National System for Geospatial Intelligence (NSG)* é um sistema de inteligência estadunidense que concentra as demandas de geointeligência de defesa, atuando em conjunto com a *National Geospatial-Intelligence Agency (NGA)*.

²⁰ “O termo inteligência espacial significa exploração e análise de imagens e de informação geoespacial para descrever, avaliar e apresentar visualmente atividades georreferenciadas e características físicas de atividades na Terra. Inteligência geoespacial consiste em imagem, inteligência de imagem e informação geoespacial.” (tradução livre)

activities on Earth.

GEOINT combines several disciplines such as mapping, charting, imagery analysis, and imagery intelligence. Although normally associated with a military context [...]. The basic principle of GEOINT is to organize and combine all available data around its geographical location on Earth and then exploit it in order to prepare products that can be easily used by planners, emergency responders and decision makers.²¹ (UNIÃO EUROPEIA, 2021, p. 1, grifo nosso)

A *Australian Geospatial-Intelligence Organization (AGO)* segue a mesma linha

dos supramencionados e define geointeligência como:

*Geospatial intelligence (GEOINT) is intelligence derived from the exploitation and analysis of **imagery and geospatial information** about features and events, with reference to space and time. This definition applies not only to products and services, but also to the process of conducting analysis. GEOINT is comprised of the following sub-disciplines: **Imagery Analysis, Geospatial Analysis and Geospatial Information and Services**²² (AUSTRÁLIA, 2020, p. 1, grifo nosso).*

No intuito de ilustrar como tem sido abordado o conceito de geointeligência espacial comercial, seguem exemplos da OTAN, dos EUA, da Índia e da China.

A publicação “Doutrina Conjunta Aliada para Operações Aéreas e Espaciais”, da OTAN, descreve as capacidades espaciais à disposição das operações dessa organização de forma a incluir as fontes comerciais:

*To ensure effective integration, all personnel engaged in the planning, conduct, and supervision of joint operations must have a common and clear understanding of how space capabilities (military, **civil, commercial**, national and multinational) contribute to joint operations [...]. They should also be aware that adversaries will increasingly seek to exploit their own access to space products with military utility; many of these **can easily be purchased from commercial sources**. Options available to prevent an adversary access to space capabilities include diplomatic, legal, economic and military measures²³. (OTAN, 2016, p. 5-1, grifo nosso)*

²¹ “O termo GEOINT significa GEOspatial INTelligence, que é uma disciplina que compreende a exploração e análise de imagens e informações geoespaciais para descrever, avaliar e representar visualmente características físicas e atividades geograficamente referenciadas na Terra. GEOINT combina várias disciplinas, como mapeamento, gráficos, análise de imagens e inteligência de imagens. Embora normalmente associado a um contexto militar [...]. O princípio básico do GEOINT é organizar e combinar todos os dados disponíveis em torno de sua localização geográfica na Terra e, em seguida, explorá-los para preparar produtos que podem ser facilmente usados por planejadores, respondentes de emergência e tomadores de decisão.” (tradução nossa).

²² “Inteligência geoespacial (GEOINT) é a inteligência derivada da exploração e análise de imagens e informações geoespaciais sobre recursos e eventos, com referência ao espaço e ao tempo. Essa definição se aplica não apenas a produtos e serviços, mas também ao processo de realização de análises. GEOINT é composto pelas seguintes subdisciplinas: Análise de Imagens, Análise Geoespacial e Informações e Serviços Geoespaciais.” (tradução nossa).

²³ “Para garantir uma integração eficaz, todo o pessoal envolvido no planejamento, condução e supervisão de operações combinadas deve ter um entendimento comum e claro de como as capacidades espaciais (militares, civis, comerciais, nacionais e multinacionais) contribuem para as operações combinadas [...]. Eles também devem estar cientes de que os adversários buscarão cada vez mais explorar seu próprio acesso a produtos espaciais de

A mesma publicação reforça que as capacidades espaciais em uso pela OTAN podem estar sob controle militar, governamental e até mesmo comercial. Cabe destacar que esse último tipo de controle, por ser comercial, permite que tais capacidades espaciais sejam acessadas por outros atores (OTAN, 2016).

O congresso estadunidense, na Seção 1612 do “*National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2021*”²⁴, determinou explorar ao máximo o sensoriamento remoto satelital comercial de empresas estadunidenses, em detrimento de comprar as imagens de empresas internacionais (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2020). Cabe destacar que atualmente não há empresas brasileiras produzindo imagens satelitais para disputar esse mercado. Existem, contudo, somente empresas nacionais credenciadas como distribuidoras de imagens das empresas internacionais²⁵.

Em 2015, o setor de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento da Força Aérea Estadunidense emitiu um documento intitulado “*Geointeligência Espacial Comercial – uma Visão de Futuro dos Horizontes de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento*”²⁶ (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2015). Nesse documento, apresenta-se a importância dos sistemas comerciais para responder de forma rápida e ágil às ameaças globais. Destaca que, apesar de os EUA terem vivenciado praticamente um monopólio nas informações nos teatros de operação, a flexibilização ao acesso ao espaço exige que os EUA produzam conhecimento mais rapidamente e de forma mais eficiente. A geointeligência espacial comercial poderá, assim, otimizar o emprego de meios em combate. Finaliza alertando que os próximos investimentos

utilidade militar; muitos deles podem ser facilmente adquiridos de fontes comerciais. As opções disponíveis para impedir o acesso de um adversário às capacidades espaciais incluem medidas diplomáticas, jurídicas, econômicas e militares.” (tradução nossa).

²⁴ Ato de Autorização de Defesa Nacional para o ano fiscal de 2021 (tradução livre). Documento similar à Lei de Diretrizes Orçamentárias do Brasil.

²⁵ Cita-se como exemplo a Space Imaging Brasil que fornece imagens de alta resolução de mais de dez satélites internacionais diferentes. Disponível em: <https://www.sibbrasil.com/> Acesso em 25 Jul. 2021.

²⁶ Título original em inglês: *Commercial Spacebased Geoint: an ISR Horizons Future Vision*

deveriam focar em construir arquiteturas de tecnologia da informação e redes robustas. Isso se dará pois o mercado de imagens fornecerá uma enorme quantidade de dados, em tempo real, de alvos de interesse e o processamento dessas informações será mais importante do que o desenvolvimento de novos sensores.

A preocupação com geointeligência comercial não se restringe ao ocidente. Bommakanti (2018) fez uma análise comparativa entre as capacidades espaciais e navais da China e da Índia. Esse estudo apresentou uma corrida tecnológica entre os dois Estados e como ambos têm investido nas suas próprias empresas comerciais de serviços espaciais, além dos investimentos em equipamentos militares.

Os satélites são, segundo a “Estratégia de Segurança Marítima da Índia” (INDIA, 2015), uma força multiplicadora e central para as comunicações e para incremento da CSM. A Marinha da Índia se coloca na vanguarda ao buscar desenvolver satélites próprios para usá-los no domínio marítimo.

Da mesma forma, porém do lado chinês, a Agência Espacial Nacional vem cumprindo uma política de incentivo para empresas comerciais desenvolverem produtos e incrementarem a industrial aeroespacial (CHINA, 2019a). Além disso, foi divulgada em 2019 a “Defesa Nacional da China na Nova Era”²⁷, em que uma das metas é garantir seus interesses no espaço exterior, estabelecendo aquele ambiente como crítico na competição estratégica internacional (CHINA, 2019b).

Escolheram-se atores internacionais relevantes e que, ao mesmo tempo, possuem doutrinas escritas sob diferentes prismas. Foi possível constatar que alguns dos Estados julgam adequado utilizar imagens produzidas por serviços comerciais satelitais como fonte de dados. A maioria dos atores vem, inclusive, fomentando novas empresas nacionais nesse setor.

²⁷ Original em inglês: *China's National Defense in the New Era*.

3 GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL COMERCIAL

Lyndon Baines Johnson (1908-1973)²⁸ comentou para interlocutores, em março de 1967, durante uma reunião em Nashville, que os EUA já haviam gastado 40 bilhões de dólares no programa espacial. Em seguida, o presidente estadunidense declarou que, se o único benefício daquele programa fosse o conhecimento obtido com os satélites, isso já valeria dez vezes mais do que todo o valor gasto. Tal fato se deveu às fotografias obtidas por satélites espiões, que apontaram a quantidade exata de mísseis balísticos soviéticos, sinalizando que as estimativas estadunidenses eram muito maiores do que a realidade. Com esse produto de inteligência, foi possível perceber que havia um medo desnecessário, ou seja, havia um esforço para se contrapor a uma ameaça que não tinha a força que se acreditava ter (BURROWS, 1988, p. VII).

O exemplo histórico acima revela a grande importância que o uso de imagens de satélites teve na Guerra Fria (1947-1991). Neste capítulo será abordada a importância estratégica que a obtenção de imagens tem para o processo decisório, sendo apresentada uma evolução histórica desde os primeiros balões de vigilância no século XIX até as atuais constelações de nanosatélites.

Em seguida, será apresentada a ferramenta principal deste estudo: o satélite de observação da Terra. Serão destacados os sensores que podem ser usados nessa plataforma e as diferentes órbitas empregadas.

Na sequência, será abordado o mercado de imagens satelitais comerciais, sendo listadas algumas empresas em operação e a tendência de lançamento de novas constelações. Este capítulo pretende reforçar a importância que as constelações de satélites comerciais terão nas decisões estratégicas no futuro.

²⁸ Lyndon B. Johnson foi o trigésimo sexto presidente dos EUA, governando de 1963 a 1969.

3.1 DA PIPA ÀS CONSTELAÇÕES DE SATÉLITES

Segundo o folclore oriental, tanto japoneses quanto chineses possuem registros de usar pipas para elevar militares, de forma a observar a movimentação dos inimigos. O primeiro Estado ocidental a usar o reconhecimento aéreo foi a França que, durante a Batalha de Fleurus²⁹, na Bélgica, deixou um balão com observadores por nove horas no ar, como destacou Burrows (1986, p. 26).

Em 1861, um meteorologista chamado Thaddeus Sobieski Constantine Lowe (1832-1913) decolou de seu balão para realizar observações meteorológicas, porém foi deslocado por ventos inesperados e acabou pousando em território confederado, sendo preso como espião. Segundo Burrows (1986, p. 27), após ser inocentado, foi liberado e retornou para território da União³⁰. Tendo percebido o potencial militar de sua aventura, organizou uma demonstração para o presidente Abraham Lincoln (1809-1865), enviando mensagens via telégrafo de um balão elevado. Imediatamente, o presidente determinou a criação do Corpo de Balões do Exército, nomeando o meteorologista como comandante.

Desde a invenção da câmera fotográfica em 1820, as possibilidades para o reconhecimento aéreo foram sendo incrementadas gradativamente. Inicialmente, houve um esforço grande para conseguir embarcar as primeiras câmeras fotográficas em balões, devido ao seu tamanho e peso. Depois, como observou Burrows (1986, p. 29), a redução daqueles equipamentos permitiu o embarque em balões e em outros meios aéreos. Foram feitos testes com pipas e câmeras controladas por fio e até câmeras presas no dorso de pombos.

Ainda de acordo com Burrows (1986, p. 30), a invenção do avião incrementou o

²⁹ A Batalha de Fleurus ocorreu dentro do contexto das Guerras Revolucionárias Francesas (1792-1802).

³⁰ Durante a Guerra de Secessão (1861-1865) o território dos Estados Unidos da América foi dividido entre Confederados ao Sul e União ao Norte.

reconhecimento aéreo adicionando velocidade e alcance às plataformas que levavam as câmeras. Já em 1911, os italianos usaram aviões de reconhecimento aéreo durante a invasão da Tripolitânia³¹ e, desde então, a plataforma aérea foi amplamente empregada em missões de reconhecimento. Apesar de ter tido grande relevância na Grande Guerra (1914-1918) e na Segunda Guerra Mundial (1939-1945), o reconhecimento aéreo foi mais crucial durante a Guerra Fria. Segundo Burrows (1986, p. 58), havia um desespero estadunidense em obter imagens aéreas da ex-União Soviética (ex-URSS), de forma a compreender a real ameaça representada.

Nas décadas de 1940 e 1950, nos anos que antecederam os primeiros lançamentos de satélites, o reconhecimento aéreo estadunidense era realizado com aeronaves U-2³², porém diversas foram interceptadas e abatidas pelos soviéticos. Uma opção para contornar o risco inerente das missões de reconhecimento aéreo foi proposta inicialmente em 1946, e consistia em uma espaçonave projetada para dar a volta ao mundo. Nesse projeto, o vocábulo usado para definir essa espaçonave foi “satélite”, e sua vantagem consistia em não ser mais interceptável pelo inimigo, enquanto ele não dominasse tecnologia similar. Como destacou Burrows (1986, p. 59), os desenvolvedores ficaram tão fascinados com a ideia de lançar uma lua “anã” que a definiram como uma das mais potentes ferramentas científicas do século XX. Alegaram ainda que tal invento inflamaria a imaginação da humanidade e causaria tanto impacto quanto a detonação da bomba atômica. Em 1948, entretanto, cortes no orçamento fizeram o projeto ser esquecido e engavetado pelo governo estadunidense.

No contexto da Guerra Fria, a necessidade de obter conhecimento do oponente

³¹ Tripolitânia, hoje parte da Líbia, foi invadida pelo Reino da Itália em 1911 como parte da Guerra Ítalo-Turca (1911-1912). Além de ser o primeiro uso real de um avião em reconhecimento aéreo em um conflito, foi também quando ocorreu o primeiro bombardeio aéreo, com o lançamento de granadas de mão em um acampamento turco (MCCOLLUM, 2015).

³² As aeronaves U-2 foram usadas pelos estadunidenses na década de 1950 para sobrevoar o território soviético e usadas pelos chineses nacionalistas de Taiwan para sobrevoar o território chinês. Em ambas as missões, a intenção era obter imagens estratégicas dos respectivos inimigos. Tanto os EUA quanto Taiwan perderam U-2 para as defesas antiaéreas inimigas (BURROWS, 1986, p. 147).

ficava cada vez mais imprescindível. Nesse sentido, a Força Aérea Estadunidense solicitou, em 1955, propostas às indústrias nacionais para um satélite de vigilância. Tal equipamento deveria ser capaz de ser posicionado exatamente em uma órbita escolhida, ser estabilizado nos três eixos, permitir a capacidade de precisão e controle da câmera embarcada, executar comandos de controladores em terra e enviar o conhecimento coletado para estações no solo. Burrows (1986, p. 105) descreveu que a pressão estadunidense aumentou quando a ex-URSS colocou o primeiro satélite em órbita, ainda em 1957³³.

O primeiro satélite espião estadunidense, no projeto Corona³⁴, foi o Discoverer-1 tendo sido colocado em órbita em 1959. Após uma sequência de erros e contratemplos em que os EUA perderam 12 satélites das mais diversas formas³⁵, o Discoverer-13 conseguiu estabilização para obter imagens de solo soviético. O projeto Corona contou com diversos tipos de satélites, que orbitavam em altitude baixa, variando entre 160 a 350 km do nível do mar. Como apresenta Burrows (1986, p. 208), após alguns dias realizando as fotografias, o satélite fazia uma manobra para iniciar a descida, abrindo um paraquedas e era recolhido ainda no ar, por uma aeronave da Força Aérea Estadunidense. Esses satélites tinham vida útil de algumas semanas devido ao calor encontrado em órbitas de tão baixas altitudes. O Discoverer-29, lançado em 1961, obteve imagens que comprovavam, por exemplo, que o local de teste balístico

³³ O Sputnik-1 foi o primeiro satélite a ser colocado em órbita, sendo lançado pela ex-URSS no ano de 1957, em comemoração ao Ano Geofísico Internacional. Tal satélite não possuía capacidade de fotografar a superfície (BURROWS, 1986, p. 90). Como resposta, os EUA lançaram em 1958 seu primeiro satélite, o Explorer-1 que media a radiação no entorno do planeta em 111um contexto científico, também não produzindo imagens da superfície.

³⁴ O projeto Corona foi uma série de satélites de reconhecimento produzidos e operados pela Agência Central de Inteligência (*Central Intelligence Agency* no idioma inglês). Esses satélites foram empregados para a vigilância fotográfica da ex-URSS e da República Popular da China, até 1972 (BRÜNNER et al, 2018, p. 46).

³⁵ Discoverer-1 perdeu controle com a estação em terra. Discoverer-2 recebeu um sinal de ejeção prematuro e caiu nas proximidades da Noruega. Discoverer-3 e Discoverer-4 nem chegaram à órbita, após problemas no lançamento. Discoverer-5 cumpriu todos os passos do programa, porém após sobrevoar e fotografar a ex-USRR, seu sistema ejetor lançou a cápsula com os rolos de filme para o lado oposto na escuridão do espaço exterior. Discoverer-6 também chegou a ejetar a cápsula, porém não acionou seu localizador, não sendo possível sua recuperação. Discoverer-7 sofreu os mesmos problemas de controle do primeiro. O Discoverer-8 foi colocado em uma órbita mais elevada que o previsto, inserindo um erro na posição de queda da cápsula, o que impediu sua recuperação. Discoverer-9 e Discoverer-10 tiveram problemas nos foguetes lançadores e não chegaram a concluir o lançamento. Discoverer-11 chegou a lançar a cápsula, porém ela não foi recuperada. Discoverer-12 não atingiu a altitude correta por falha elétrica no foguete lançador (BURROWS, 1986, p. 105).

soviético na cidade de Plesetsk também era um complexo de lançamento de mísseis balísticos intercontinentais (BURROWS, p. 109).

A corrida tecnológica entre os EUA e a ex-URSS continuou e, segundo Burrows (1986, p. 146), ao final do ano de 1963, ambos dependiam de reconhecimento e vigilância espaciais para as operações de inteligência. Além de câmeras fotográficas, outros sensores poderiam ser instalados e operados nos satélites. Como exemplo, o autor cita o projeto Vela Hotel, que consistia em alguns satélites equipados com sensores infravermelhos, desenvolvidos para a detecção de testes nucleares no solo, ar ou espaço. Esses satélites orbitavam a uma altitude a cerca 120 km e foram o primeiro de muitos projetos compostos por diferentes sensores enviados para orbitar no espaço. Burrows (1986, p. 213) menciona ainda o projeto Ferret, que consistia em satélites com sensores eletromagnéticos capazes de captar sinais de radares soviéticos e chineses. Lançados entre 1962 e 1971, essa sequência de plataformas triangulava a posição de estações radar em território inimigo.

Um ponto interessante apresentado por Burrows (1986, p. 249) refere-se a maior frequência de lançamento de novos satélites na ex-União Soviética, se comparada com os estadunidenses. Apesar de esses não produzirem boas imagens, os satélites soviéticos, por serem mais simples e facilmente replicáveis, eram lançados quando momentos de crise demandassem mais dados de inteligência. Segundo Barber e Harrison (2000, p. 116), a produção em massa soviética foi uma tendência em todos os produtos de defesa a partir da década de 1920.

Com o exposto acima, pode-se depreender que a Guerra Fria contribuiu diretamente para o incremento do uso da ferramenta espacial de observação. A disputa entre os dois Estados antagônicos impulsionou o desenvolvimento de novas tecnologias de controle, de sensoriamento e de telecomunicação. A incorporação de câmeras digitais e computadores para processar a grande quantidade de dados gerados, a partir de 1976, com a série de satélites KH-

11³⁶ dos EUA, possivelmente em uso até hoje, também foi um ponto fundamental na evolução do sensoriamento remoto espacial.

A capacidade de possuir e controlar satélites estava intimamente relacionada ao domínio da tecnologia de construir foguetes e sistemas de lançamento. Com a evolução tecnológica, que permitiu a miniaturização de componentes e, simultaneamente, com as parcerias internacionais para o lançamento, outros Estados também iniciaram projetos próprios de sistemas satelitais. Sendo assim, a quantidade de sensores orbitando o planeta tem aumentado de forma exponencial.

Atualmente, com a participação de empresas comerciais de lançamento³⁷, uma série de satélites privados vem sendo lançada e a tendência apresentada no relatório da UCS é de constante crescimento, conforme apresentado no GRAF. 1. Ressalta-se que tal gráfico compilou somente os satélites de observação da Terra, não sendo contabilizados os de comunicação, navegação, vigilância do domínio espacial ou outros lançados para experimentos científicos.

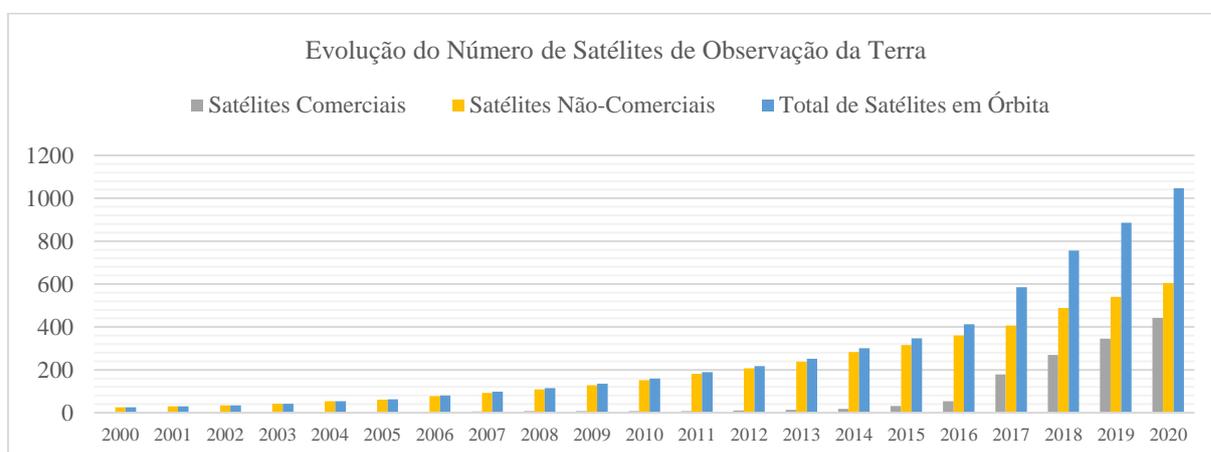


GRÁFICO 1 – Evolução anual do número de satélites de observação da Terra.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do relatório *Satellite Database* da Union of Concerned Scientists publicado em 01 de janeiro de 2021. Disponível em: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> Acesso em: 27 Abr 2021.

³⁶ O projeto KH (*Keyhole*) foi a sequência evolutiva da série de satélites *Discoverer*, no contexto do projeto Corona. Incorporou uma série de novas tecnologias. A série KH-11 ficou marcada como a primeira que incorpora a câmera digital e o consequente processamento de dados por computadores em solo (BURROWS, 1986, p. 211).

³⁷ Como exemplo, cita-se a SpaceX, que tem se destacado pela tecnologia de reaproveitamento dos módulos lançadores, reduzindo os custos de lançamento. Foi a primeira empresa privada a colocar uma carga em órbita e retornar com o sistema lançador intacto. Para exemplificar seu potencial, em 24 de janeiro de 2021, enviou 143 satélites em um único foguete, que retornou ao solo e pousou em segurança para ser reaproveitado (THOMPSON, 2021).

3.2 CONHECENDO O SATÉLITE

Segundo Razani (2019, p. 106), um satélite é um objeto menor navegando em torno de um objeto maior. A Lua seria então um satélite natural da Terra, e a Terra um satélite natural do Sol. Para efeitos deste trabalho, o vocábulo satélite será empregado para descrever os objetos manufaturados pelo homem, não-tripulados e lançados no espaço com o intuito de prestar algum serviço enquanto percorrem uma trajetória em órbita do planeta Terra.

Os satélites podem ser construídos com variados fins, como por exemplo: auxílios à navegação, comunicações, pesquisa espacial, vigilância do domínio espacial, meteorologia e sensoriamento remoto. Como definiram Kerle, Jansen e Huurneman (2004, p. 23), o sensoriamento remoto é a ciência e a arte de obter conhecimento sobre um objeto, área ou fenômeno por meio da análise de dados adquiridos por um dispositivo que não esteja em contato com o alvo investigado. Destaca-se que somente serão abordados os satélites que realizam sensoriamento remoto de alvos na superfície da Terra. Sendo assim, o termo “sensoriamento remoto” será substituído, doravante, pelo termo “observação da Terra”.

Em seguida, serão pontuadas as órbitas usadas por satélites, bem como algumas diferenças entre os diversos tipos de satélites de observação da Terra, especialmente no que tange aos sensores embarcados.

3.2.1 Órbitas

Conforme apresenta Razani (2019, p. 96), existem três tipos básicos de órbitas possíveis para os satélites atualmente em uso. A primeira é a órbita geoestacionária, que é usada para satélites de comunicação e caracterizada por um grande anel de satélites posicionados na altitude de 36.000 km acima da linha do equador. Devido aos parâmetros de velocidade e

orientação do lançamento do satélite, este adquire a mesma velocidade de rotação da Terra, permanecendo estacionário em relação a um ponto no solo. Com isso as antenas em terra não precisam rastrear o movimento do satélite, uma vez que ele será constantemente ajustado para permanecer na mesma posição relativa, sendo ideal para uso em telecomunicações.

Cabe destacar que, atualmente, não existem satélites geoestacionários de observação da Terra, uma vez que, devido à elevada altitude, não é possível produzir imagens úteis a partir dessa altitude. Um exemplo desse tipo é o Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações (SGDC-1), lançado em quatro de maio de 2017, que incrementa as possibilidades de comunicações militares e civis do Brasil, mas não gera imagens da superfície.

Razani (2019, p. 96) descreve o segundo tipo de órbita, a de altitude média, onde seriam posicionados os satélites de posicionamento e navegação, como o GPS (*Global Positioning System*³⁸). Além da altitude, ela se difere da anterior na questão da trajetória desses satélites ser polar, ou seja, percorrem órbitas em sentido Norte-Sul.

O terceiro tipo de órbita mencionado por Razani (2019, p. 96) é a órbita baixa, onde os satélites sobrevoam a altitudes de 300 km a 1.000 km. Esses satélites são de órbita polar e, como a rotação do planeta Terra é no sentido Leste-Oeste, essas órbitas vão, aos poucos, varrendo a superfície da Terra, sendo ideal para a geointeligência espacial. Ainda neste capítulo serão apresentados os sensores e possibilidades desse tipo de satélite.

Um conceito importante decorrente desse movimento polar é o tempo de revisita. Segundo Kerle, Jansen e Huurneman (2004, p. 53), é o tempo entre duas imagens subsequentes da mesma área. Para o caso de um único satélite, em órbita baixa, esse tempo varia entre quatro e 30 dias, dependendo diretamente da órbita projetada para sua trajetória. Uma evolução, possibilitada pela miniaturização dos componentes e facilidade de lançamento, foi o emprego de constelações de satélites em um mesmo projeto. A vantagem de uma constelação é reduzir

³⁸ Sistema de Posicionamento Global (tradução livre).

o tempo de revisita, uma vez que um aumento no número de satélites em uma mesma órbita reduz o intervalo entre duas passagens consecutivas de sensores da constelação.

No caso dos satélites em órbita baixa, dependendo do sensor embarcado, a altitude pode ser compensada com o sensor. Como exemplo, citam-se as imagens fornecidas pelo *Google Maps* que usam o satélite Landsat-8. Esse satélite atua em uma órbita à altitude de 705 km da superfície do mar.

3.2.2 Sensores Embarcados

Como pontuaram Kerle, Jansen e Huurneman (2004, p. 43), sensores são dispositivos que medem e/ou gravam energias eletromagnéticas. Eles podem ser divididos em passivos, que necessitam de energia externa, ou ativos, que possuem sua própria fonte de energia eletromagnética.

Atualmente, os satélites com sensores passivos são a maioria em órbita, especialmente os empregados na produção de imagens fotográficas de alta resolução. Além de levar câmeras embarcadas, podem levar também receptores de ondas radar, como o projeto Ferret mencionado no capítulo anterior. Outro exemplo de uso de sensores passivos é a recente constelação de satélites do projeto comercial HawkEye360. Nesse sistema os sensores embarcados são tais que processam ondas eletromagnéticas, sendo possível triangular a posição dos emissores, em terra ou no mar. Além disso, o sistema pode ser configurado para triangular a posição de fontes de ondas UHF, VHF, sinais AIS, radares da banda X ou S. Esse projeto constitui o primeiro sistema similar ao MAGE (Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica) de cunho comercial (HAWKEYE360, 2021).

Apesar de ser possível embarcar outros sensores passivos, os satélites ópticos, com câmeras fotográficas, representam 83% de todas as plataformas espaciais de observação da

Terra (UCS, 2021). Tal difusão, que iniciou com os projetos de satélites espões na Guerra Fria, se deve ao fato de que as imagens ópticas permitem maior resolução espacial e maior simplicidade de análise.

Cabe ressaltar, porém, que tais satélites dependem de condições meteorológicas favoráveis, bem como de iluminação natural. Uma cobertura de nuvens, naturais ou artificiais³⁹, pode impedir a produção de imagem de algum alvo na superfície, conforme ilustrado na FIG. 2.

Para ilustrar, aproveitar-se-á o encalhe do navio mercante Ever Given, da empresa Evergreen, que obstruiu o Canal de Suez por seis dias em março de 2021. Em decorrência desse incidente, as diversas empresas produtoras de imagens satelitais divulgaram suas capacidades, fornecendo de forma gratuita diversas imagens do evento até o desencalhe.

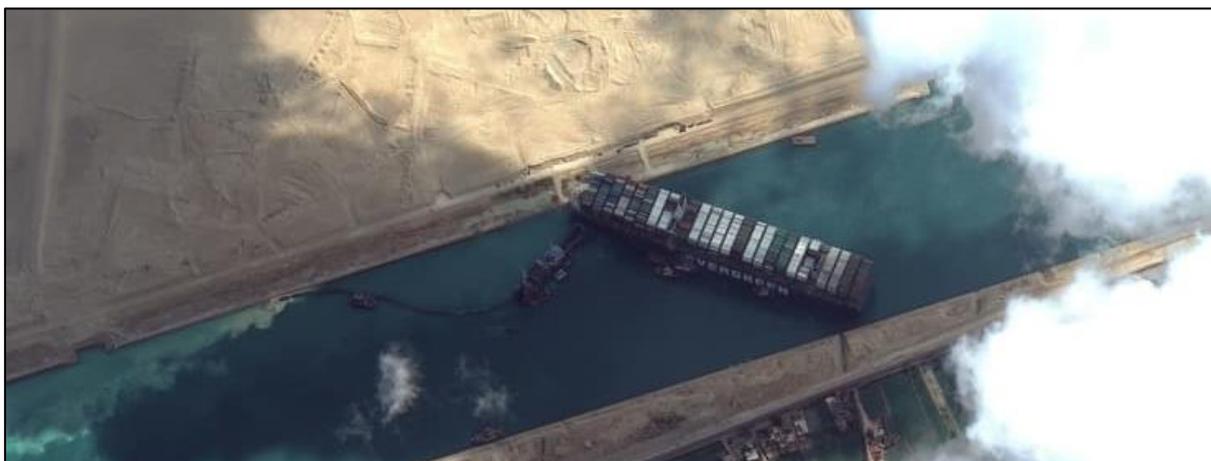


FIGURA 2 – Fotografia satelital do Canal de Suez, demonstrando o efeito da cobertura de nuvens no sensor óptico. Fonte: Maxar Technologies. 2021. Imagem disponível na conta da rede social Twitter da referida empresa. Disponível em: <https://twitter.com/maxar/status/1375463844462653442> Acesso: 15 jun. 2021.

De forma a superar a existência de nuvens ou a falta de iluminação natural, alguns satélites passaram a embarcar sensores ativos. O mais comumente empregado para observação da Terra é o radar de abertura sintética (SAR)⁴⁰. De acordo com Paek *et al* (2020), seu primeiro

³⁹ O emprego de cortinas de fumaça pode inviabilizar a observação de determinado alvo na superfície.

⁴⁰ A sigla SAR decorre do idioma inglês: *Synthetic Aperture Radar*. É um processo de simular, por meio de processamento de sinais, a existência de uma grande antena radar mesmo possuindo uma antena relativamente pequena (RAZANI, 2019, p. 139).

uso ostensivo foi em 1978, embarcado no satélite Seasat dos EUA, que foi lançado para monitoramento dos oceanos. Atualmente, existem, no mínimo, 15 constelações diferentes de satélites SAR em órbita, segundo Filippazo e Dinand (2017). A FIG. 2 ilustra uma imagem produzida por um satélite SAR.

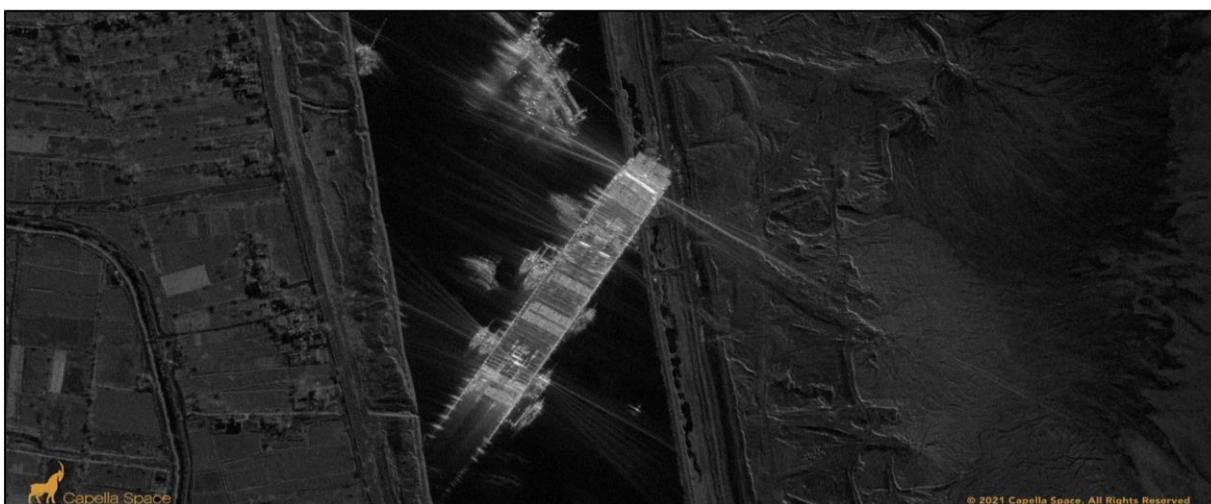


FIGURA 3 - Imagem do Canal de Suez realizada com radar de abertura sintética.

Fonte: CAPELLA SPACE, 2021. Disponibilizada pela empresa *Capella Space*, em sua conta na rede social “Twitter” às 19:41 do dia 25 de março de 2021. Foi obtida pelo satélite às 17:58 do mesmo dia. Disponível em <https://twitter.com/capellaspace/status/1375216333978230800?s=20> Acesso: 22 Abr 2021.

3.3 A GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL

O termo geointeligência foi criado a partir da contração das palavras “inteligência” e “geoespacial”. A geointeligência tem ganhado relevância na MB, especialmente após 2020. Como visto no capítulo anterior, naquele ano, as publicações do Centro de Inteligência da Marinha (CIM) foram atualizadas incorporando o termo. Ademais, o CIM conduziu, nas dependências da Escola de Guerra Naval (EGN), nos dias 18 e 19 de novembro de 2020, um simpósio com o tema: “Geointeligência: Identificação de Oportunidades de Aplicações na Amazônia Azul”⁴¹.

Percebe-se que existem três componentes recorrentes nas diversas definições de geointeligência: imagem, inteligência de imagem e a geoinformação. De forma a ilustrar essa

⁴¹ Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/noticias/centro-de-inteligencia-da-marinha-realiza-simposio-de-geointeligencia>. Acesso: 02 Jun. 2021 (BRASIL, 2020i).

definição, apresenta-se a seguir um exemplo de produto de geointeligência espacial comercial⁴². Foi usado o mesmo incidente que obstruiu o Canal de Suez por seis dias em março de 2021. A ilustração será baseada na imagem satelital apresentada na FIG. 3 e o sensor escolhido foi o radar de abertura sintética por independe de condições atmosféricas ou de iluminação natural.

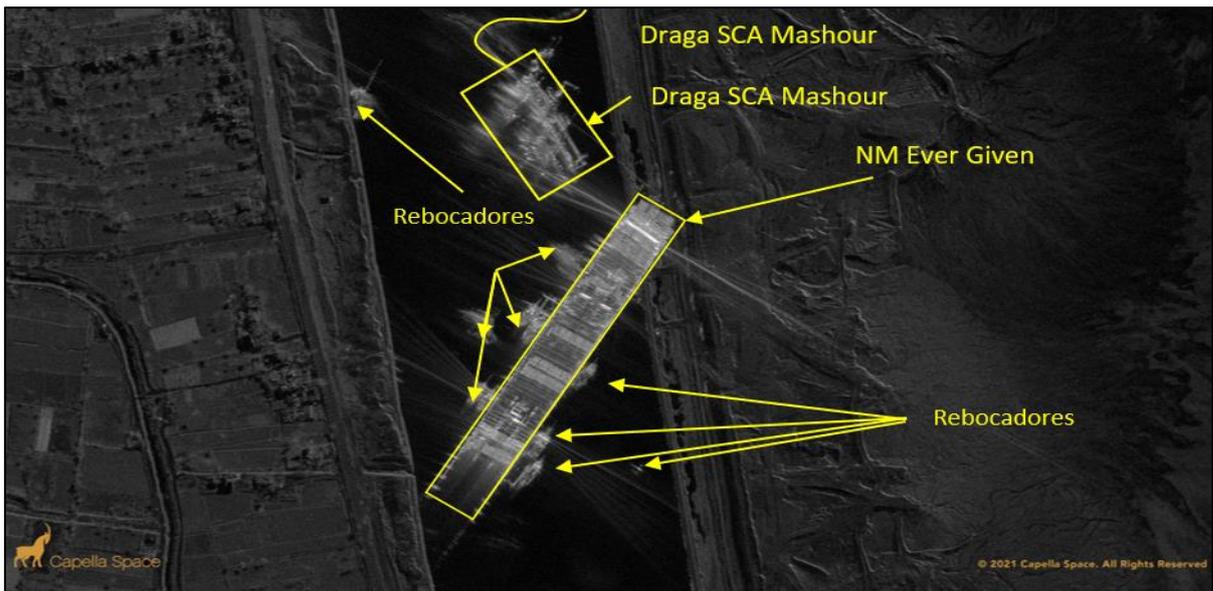


FIGURA 4 –Concepção de inteligência de imagem (IMINT) produzida pelo autor.
Fonte: CAPELLA SPACE, 2021. (houve alteração na ilustração com acréscimo de setas, figuras e texto). Disponível em <https://twitter.com/capellaspace/status/1375216333978230800?s=20> Acesso: 22 Abr 2021.

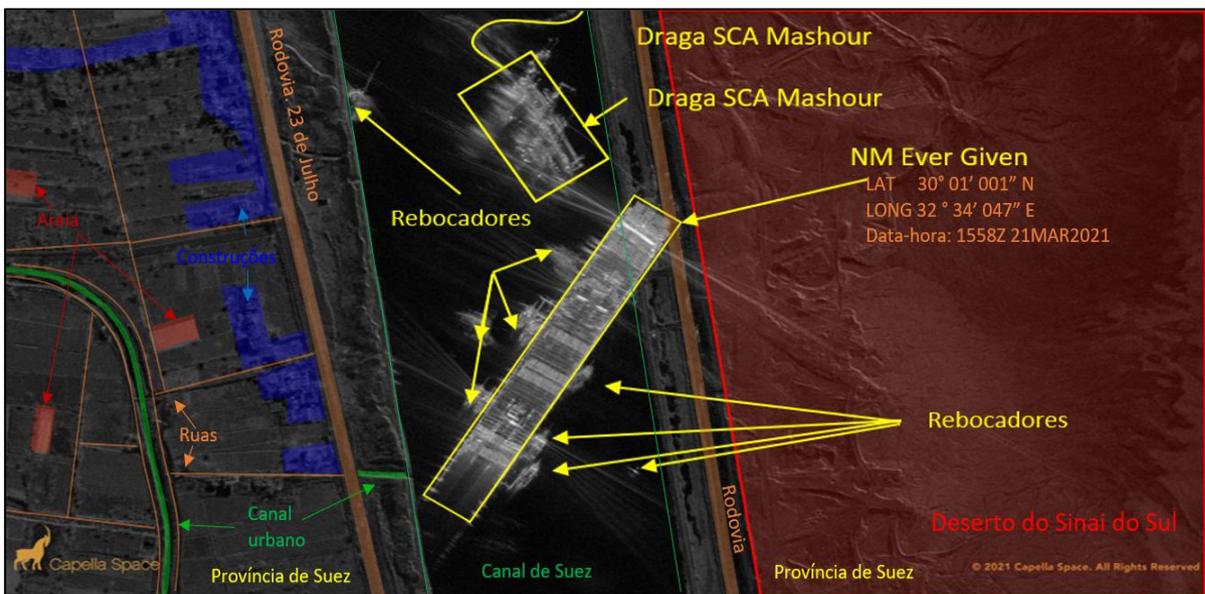


FIGURA 5 - Concepção de geointeligência produzida pelo autor.
Fonte: CAPELLA SPACE, 2021. (houve alteração na ilustração com acréscimo de setas, figuras e texto). Disponível em <https://twitter.com/capellaspace/status/1375216333978230800?s=20> Acesso: 22 Abr 2021.

⁴² No caso desse exemplo, de fonte aberta, gratuita.

Como se pode observar, a geointeligência insere conhecimento georreferenciado em uma imagem já trabalhada pelos analistas de inteligência. Tais imagens podem ser obtidas por aeronaves, tripuladas ou não, e satélites. Dessa forma, entende-se ser necessário usar a expressão “geointeligência espacial” para diferenciar este conceito daquele mais amplo.

3.4 USO COMERCIAL DA GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL

A partir dos conceitos vistos, entende-se ser relevante analisar as questões relacionadas ao uso dos serviços comerciais de observação da Terra e sua tendência de emprego por alguns Estados. Além disso, objetiva-se exemplificar uma parcela das opções comerciais disponíveis que podem incrementar a CSM do Brasil.

Inicialmente, cabe mencionar que o Reino Unido, em seu documento prospectivo, que descreve o futuro do ambiente operacional estimado para 2035, destaca que as empresas que operam serviços espaciais serão tão importantes como a indústria de construção naval foi durante o século XX (REINO UNIDO, 2014). Esse documento traz uma afirmação bastante contundente de como aquele Estado percebe a evolução do uso espacial por empresas, e como a associação com elas será crucial no futuro.

Nessa linha, o documento “*Commercial Space-Based Geoint*”⁴³ da força aérea estadunidense pontua que o mercado emergente de observação da Terra, baseado no espaço, não tem precedentes em tamanho e em escala. Tal expansão do mercado demonstra uma intenção expressa de fornecer informações e análises geoespaciais oportunas para atores comerciais e estatais (EUA, 2015). Segundo esse documento, em breve, o Departamento de Defesa dos EUA interagirá com essas empresas como apenas mais um cliente, e não como

⁴³ Geointeligência Espacial Comercial (tradução livre).

impulsionadores de capacidade espacial. Tal fato se dá porque os EUA não terão mais o monopólio das informações georreferenciadas tão importantes para a detecção, monitoramento e acompanhamento de alvos de interesse.

O documento acima também apresenta um histórico da geointeligência espacial comercial, pontuando que ela teve início na década de 1970 quando algumas empresas passaram a oferecer imagens ópticas, ainda que de baixa qualidade e com baixa precisão geográfica. Contudo, o processo demorado de coleta, recuperação, processamento e entrega ao consumidor final dificultava o crescimento do setor. Mesmo com o desenvolvimento tecnológico nas décadas de 1980, 1990 e 2000, a demanda no mercado por esses serviços não compensava os enormes custos de iniciar e manter tais projetos (EUA, 2015).

A quebra de paradigma ocorreu na década de 2010, quando as agências governamentais dos EUA revisaram e aprovaram a comercialização de imagens multiespectrais⁴⁴ com qualidade de resolução de até 1,6 m. A autorização dessa flexibilização equilibrou a relação custo-benefício, ajustando a resolução permitida para que as empresas estadunidenses pudessem entrar no mercado com imagens competitivas, sem comprometer a segurança nacional (EUA, 2015). Ainda segundo esse documento, o ponto de inflexão que iniciou essa tendência foi quando os governos perderam o monopólio na capacidade de lançar os satélites em órbita. Diversos projetos comerciais competiam para disputar lançamentos mais baratos, eficientes e mais frequentes. A demanda no mercado também é alta, com consumidores exigindo cada vez imagens mais detalhadas de tendências de consumo, mudanças climáticas ou atividade dos concorrentes. Os governos, agora, são somente mais um consumidor nesse mercado em expansão (EUA, 2015).

⁴⁴ Uma imagem multiespectral consiste em imagens de um mesmo objeto, tomadas com diferentes comprimentos de ondas eletromagnéticas. Pode ser luz visível, infravermelha, ultravioleta, raio-X ou qualquer outra faixa do espectro.

Um dos pontos mais interessantes apontados pelo documento acima é que o tempo de revisita ficará reduzido a minutos. Isso se dará pela crescente quantidade de novos satélites e constelações orbitando e observando a Terra, conforme ilustrado no GRAF. 1. Além disso, destaca-se que essas constelações serão de sensores de diversos tipos, aumentando a capacidade de manter o acompanhamento de alvos de interesse, apesar da cobertura de nuvens, iluminação solar ou outro tipo de obstáculo. A publicação conclui, afirmando que o Departamento de Defesa dos EUA deve explorar tais sistemas comerciais, uma vez que, devido à democratização do acesso ao espaço, é preciso focar em gerar conhecimento mais rápido e de forma mais eficiente. Ao consumir no mercado de geointeligência espacial, será possível redistribuir os esforços governamentais de inteligência para outras atividades.

Uma sinalização relevante na direção da geointeligência espacial comercial, surgiu quando o congresso estadunidense determinou explorar ao máximo o sensoriamento remoto satelital comercial (EUA, 2020). Outro alerta importante vem da OTAN, ao reforçar que os adversários tentarão incrementar e explorar o conhecimento obtido do espaço e que muitos desses conhecimentos estarão disponíveis em fontes comerciais (OTAN, 2016).

Um dos Estados que tem investido na exploração comercial do espaço é a China. Segundo Jones (2020), uma companhia chinesa chamada Changguang Satellite⁴⁵ pretende controlar uma constelação de 138 satélites ópticos até 2030, já tendo lançado 28 unidades até dezembro de 2020. Com isso, será possível um tempo de revisita de dez minutos em qualquer lugar da superfície do globo, oferecendo conhecimento quase em tempo real.

A empresa finlandesa Iceye⁴⁶, fundada em 2015, colocou seu primeiro microsatélite SAR em órbita em 2018. Atualmente, possui 13 satélites em órbita e planeja uma constelação de 18 satélites até o final de 2022 (ICEYE, 2021). Seu projeto tem sido tão bem-

⁴⁵ Sediada na cidade chinesa de Chanchun, a companhia foi fundada em 2014 e vende imagens satelitais ópticas.

⁴⁶ Sediada na cidade finlandesa de Espoo, a companhia foi fundada em 2015 e vende imagens satelitais radar.

sucedido que chamou a atenção da Força Aérea Brasileira, conforme será exposto na próxima seção.

Dentre as companhias estadunidenses fornecedoras de imagens SAR é a Capella Space⁴⁷. Fundada em 2016, colocou seu primeiro satélite em órbita em 2018, utilizando um foguete Falcon 9 da SpaceX, e desde então planeja uma rápida expansão incrementando sua constelação (CAPELLA SPACE, 2021).

O uso comercial da geointeligência espacial é uma realidade e uma tendência crescente, conforme exposto neste capítulo. O elevado número de constelações e satélites comerciais sendo criados e colocados em órbita, conforme GRAF. 1, aliados às projeções de demanda do mercado de geointeligência, reforçam a relevância do tema para o Brasil. Destaca-se, também, a importante visão britânica de que o setor espacial comercial, em 2035, terá relevância equivalente a que o setor de construção naval teve no século XX.

⁴⁷ Sediada na cidade estadunidense de São Francisco, a companhia foi fundada em 2016 e foi a primeira daquele Estado a comercializar imagens satelitais radar.

4 O BRASIL E A GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL COMERCIAL

Neste capítulo, pretende-se analisar as implicações da geointeligência espacial comercial para o Brasil. Para tal, entende-se ser importante contextualizar os projetos autóctones em desenvolvimento, reforçando a relevância do acesso a imagens comerciais, enquanto os sistemas nacionais não estiverem operacionais.

Além disso, será apresentada a atual capacidade autóctone de observação espacial da Terra de alta resolução da Venezuela, Chile e Peru, de forma a reforçar a importância para o Brasil de possuir tal acesso a imagens, seja de forma comercial ou governamental.

Conforme exposto no segundo capítulo, como não há impedimento legal ou doutrinário para a aquisição de imagens, a geointeligência espacial comercial permanece uma opção válida para obtenção de conhecimentos estratégicos.

4.1 GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL AUTÓCTONE BRASILEIRA

Conforme consta na “Estratégia Nacional de Defesa” (BRASIL, 2018c), no “Plano Estratégico da Marinha 2040” (BRASIL 2020a) e no “Plano Estratégico de Sistemas Espaciais” (BRASIL, 2018d), o Brasil está determinado a projetar e colocar em órbita satélites nacionais de comunicações e de observação da Terra. Coube à FAB a coordenação dos projetos autóctones do setor espacial. Tal independência é vital para garantir a soberania e autonomia na produção e acesso de imagens estratégicas, necessárias em momentos de crise.

Nessa linha, o MD respondeu ao Requerimento de Informações nº 630/2019 da Câmara dos Deputados, apresentando uma visão geral dos projetos do PESE (BRASIL, 2019b). Naquele documento são apresentados os três projetos de satélites nacionais e o projeto do veículo de lançamento, todos autóctones. De forma a contextualizar as perspectivas de acesso

a imagens satelitais governamentais, serão abordados os dois projetos nacionais de observação espacial da Terra: o projeto Carponis-1 e o projeto Lessonia-1.

O projeto Carponis-1 pretende colocar em órbita, até 2023, o primeiro satélite de uma constelação, que operará em órbita polar baixa, e produzirá imagens ópticas de alta resolução⁴⁸. Conforme destacou o representante da Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais (CCISE), em palestra proferida em setembro de 2019 (BRASIL, 2019c), apesar de já existirem satélites sob algum tipo de controle brasileiro, como o Amazônia-1, o CBERS-4⁴⁹ e o CBERS-04A, eles apresentam algumas restrições que limitam seu uso. Como exemplo, cita-se a baixa resolução espacial do Amazônia-1, que varia entre 60 metros e 250 metros, tendo sido projetado para monitorar desmatamentos na floresta amazônica (ANEXO A). Uma outra limitação é o controle parcial que o Brasil possui dos satélites CBERS, uma vez que foram colocados em órbita em parceria com a China, não sendo possível garantir prioridade na coleta de imagens em casos de crise. Destaca-se, também, que devido ao formato de cooperação do projeto, não é possível garantir o sigilo no trato dos conhecimentos obtidos.

Já o projeto Lessonia-1 planeja o lançamento de uma constelação de quatro satélites com sensor radar, de órbita polar baixa, sendo o primeiro com previsão de entrar em órbita em 2026. Ambos os projetos apontam para uma relativa independência de imagens satelitais e a FAB, que controlará os satélites, espera que as duas constelações forneçam um tempo de revisita de até oito horas (BRASIL, 2019c).

Com o intuito de minimizar o tempo de espera para a implementação das constelações autóctones citadas acima, em 30 de dezembro de 2020, o CCISE assinou um contrato de aquisição de um microsatélite SAR da empresa finlandesa Iceye (BRASIL, 2020h).

⁴⁸ O Carponis-1 foi projetado para ter uma resolução espacial de 0,7m. O ANEXO A apresenta alguns exemplos de imagens e suas respectivas resoluções espaciais.

⁴⁹ A sigla CBERS significa: *China-Brazil Earth-Resources Satellite*. Satélite de Recursos da Terra China-Brasil (tradução livre).

Assim que estiver operacional, o primeiro satélite do projeto Lessonia produzirá imagens SAR, com resolução de até 0,3 metros e com uma revisita ao mesmo ponto a cada cinco dias.

Esse satélite reduzirá a dependência do Brasil na aquisição de imagens de alta resolução. Como citou Mattos (2018), um pregão para registro de preços conduzido pela Central de Compras e Contratações do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, em 2014, descreveu a necessidade de um lote de 7.000.000 km² de imagens de alta resolução. Nesse lote, 51% das imagens seriam para o Ministério do Meio Ambiente, 30% para o Ministério da Defesa e as demais para diversos outros ministérios. Ou seja, a geointeligência espacial comercial já é uma realidade em diversos setores da Administração Pública.

De forma a apresentar o impacto da quantidade de satélites disponíveis no tempo de revisita, foi realizada uma simulação no *software* Savoir, da Taitus Software⁵⁰ (FIG. 6). Esse aplicativo é um sistema de planejamento satelital⁵¹ e permite calcular o tempo de revisita de constelações, conforme ilustrado na FIG. 7. O tempo de revisita é fator crucial, pois representa a capacidade ou incapacidade de acompanhamento, bem como a identificação de ameaças.

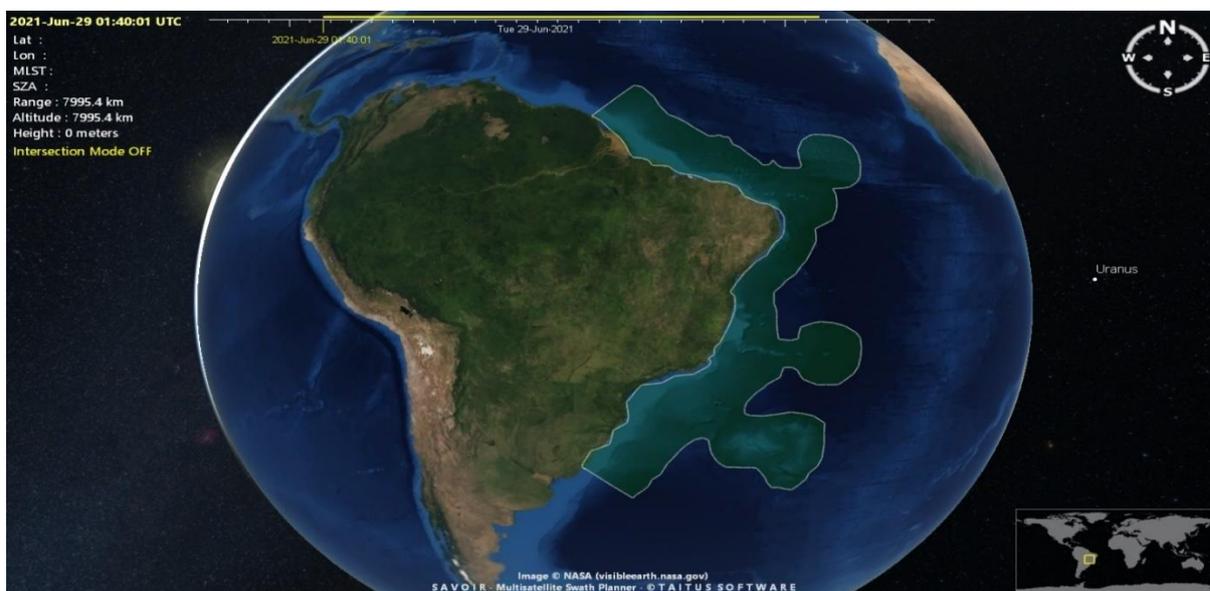


FIGURA 6 – Visualização do aplicativo Savoir, apresentando a Amazônia Azul plotada no sistema. Fonte: Acervo do autor. Elaborado pelo por meio do aplicativo Savoir em 28 Jun. 2021.

⁵⁰ O referido aplicativo é pago, contudo foi obtida uma licença de 30 dias para a realização do estudo acadêmico, após solicitação ao CEO, Sr. Felipe Martin Crespo.

⁵¹ A descrição que consta no sítio eletrônico da empresa Savoir é *multisatellite swath planner*. Disponível em: <https://www.taitussoftware.com/> Acesso: 25 Jun. 2021.

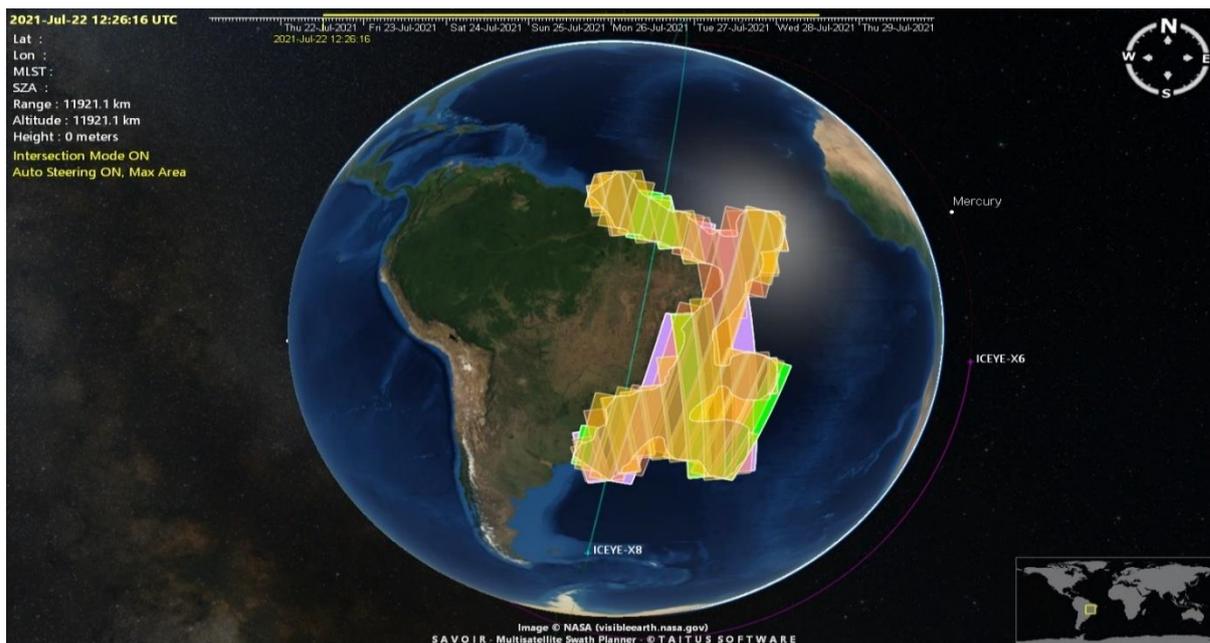


FIGURA 7 – Visualização do aplicativo Savoír, calculando as faixas de varredura, na Amazônia Azul, de quatro satélites diferentes em uma constelação simulada do projeto Lessonia-1.

Fonte: Acervo do autor. Elaborado pelo autor por meio do aplicativo Savoír em 28 Jun. 2021.

De acordo com o simulado no programa Savoír, quando o projeto Lessonia estiver totalmente operacional, sua constelação de quatro satélites será capaz de visitar o mesmo ponto na Amazônia Azul a cada três dias⁵². Nessa mesma simulação do Lessonia, foi possível calcular que, para gerar pelo menos uma imagem de toda a área da Amazônia Azul, serão precisos sete dias completos de espera⁵³.

4.2 O CICLO OODA E A GEOINTELIGÊNCIA ESPACIAL COMERCIAL

O argumento central deste estudo não deve ser interpretado como uma crítica aos projetos autóctones, como os citados acima. Procurou-se, contudo, salientar que o mercado de imagens espaciais pode, e deve, servir de forma complementar como fonte de conhecimento de

⁵² Na simulação rodada no sistema Savoír, foi gerada uma área envolvendo a Ilha da Trindade como exemplo de ponto para calcular a revisita. Essa área foi revisitada com varredura de 100% a cada três dias, considerando uma constelação de quatro satélites com características similares ao ICEYE-01.

⁵³ Nessa segunda simulação no Savoír, a área da Amazônia Azul (incluindo a Elevação do Rio Grande), foi inserida no sistema e após sete dias foi totalmente varrida pelos satélites do Projeto Lessonia.

interesse nacional. Conforme Mattos (2018) destacou, atualmente já existem imagens sendo adquiridas pelo governo, por conta dessa demanda reprimida de conhecimento.

Em sequência, Mattos (2018) também pontua que Venezuela, Chile e Peru já possuem projetos autóctones de pelo menos um satélite em órbita com resoluções espaciais de 1 metro, 1,45 metro e 0,7 metro, respectivamente. Argentina e Colômbia também possuem projetos similares em desenvolvimento.

De forma a obter conhecimento em tempo oportuno, e assim poder iniciar o ciclo OODA mais rápido que os demais atores antagônicos, é preciso acessar a maior quantidade possível de conhecimento. A geointeligência espacial comercial é uma ferramenta disponível para antecipar, hoje, os benefícios futuros das constelações autóctones.

Cabe reforçar uma vez mais que, mesmo os Estados que possuem robustos sistemas governamentais de satélites de observação da Terra, também se encontram adquirindo imagens e incentivando iniciativas comerciais desse setor (EUA, 2015). O GRAF.1, exposto no Capítulo 3, mostra a tendência crescente de novos satélites comerciais sendo colocados em órbita a cada ano. Com isso, estima-se um aumento na disponibilidade de imagens e um menor tempo de revisita.

A disputa pelo mercado, com o crescente número de provedores comerciais de imagens, também tornará os preços mais competitivos, facilitando o acesso à geointeligência comercial por atores não-estatais, que podem ser organizações criminosas ou desestabilizadores regionais.

Finalmente, entende-se que mesmo após o pleno desenvolvimento das constelações autóctones nacionais, ainda será necessário considerar as fontes comerciais como fonte de conhecimento estratégico, de forma a “rodar” o ciclo OODA mais rapidamente que potenciais forças antagônicas.

5 CONCLUSÃO

Pode-se observar uma tendência de aumento na quantidade de satélites que produzem imagens da superfície da Terra, permitindo uma melhor vigilância e controle de regiões de interesse. Atualmente, conforme exposto no Capítulo 3 (GRAF. 1), metade de todos esses satélites são financiados, controlados e explorados por empreendimentos privados com vistas a comercializar seus serviços concentrados em fornecimento de imagens, indicando uma relevância para o tema escolhido.

Este estudo procurou analisar a adequabilidade legal e doutrinária da geointeligência espacial, de origem comercial, e sua potencialidade para fornecimento complementar de conhecimento ao processo decisório da MB.

De forma a fundamentar a importância do conhecimento nesse processo, empregou-se a teoria do ciclo OODA, de John Boyd, destacando a necessidade de acessar o conhecimento antes de possíveis atores antagônicos, estatais e não-estatais.

No contexto da defesa proativa da Amazônia Azul, proposta no PEM 2040, essa importância de acesso ao conhecimento se torna ainda mais evidente. De forma a vigiar e defender proativamente esse patrimônio marítimo brasileiro, faz-se necessário o uso de todas as fontes de conhecimento disponíveis.

Ainda na parte conceitual do estudo, foi apresentada uma consulta ao arcabouço legal e doutrinário que orbita o tema. Pode-se observar que, nos documentos em vigor no ano de 2021, não há impeditivos para o uso de fontes comerciais de geointeligência. Sendo assim, verificou-se a adequabilidade dessa fonte de inteligência para apoiar o processo decisório.

Após a fundamentação teórica, procurou-se apresentar a geointeligência, seu histórico e os conceitos mais relevantes da plataforma em lide: o satélite. Ademais, os aspectos comerciais foram analisados, reforçando a tendência de crescimento exponencial do número de

satélites comerciais em órbita, conforme exposto no Capítulo 3 (GRAF.1), o que incrementará a oferta de imagens espaciais.

Por fim, objetivou-se apresentar os projetos autóctones do Brasil e suas perspectivas temporais de operação. Destacou-se o tempo de revisita desses sistemas, quando plenamente operacionais, de forma a reforçar a inevitável dependência do uso de imagens comerciais.

Este trabalho conclui, então, que o uso de geointeligência espacial de fontes privadas ou comerciais não só é adequado, como é inevitável, devido à crescente demanda de conhecimento para subsidiar o processo decisório.

Nesse sentido, entende-se ser oportuno, como proposta de estudos futuros, procurar responder às seguintes questões: qual seria o impacto de ter todos os meios navais inimigos e suas bases acompanhados permanentemente, em um contexto de vigilância espacial persistente? Qual o ganho operacional caso o Brasil desenvolva um sistema autóctone de inteligência artificial que seja capaz de processar imagens obtidas de fontes comerciais? Ou ainda, qual o ganho em agilidade para o ciclo OODA, se o Brasil desenvolver um sistema de rápida distribuição, para o nível tático, dessa inteligência obtida? Sugere-se uma abordagem prospectiva sobre a tendência de fornecimento de imagens em tempo real e o potencial de alteração paradigmática na Guerra Naval.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, David; HAYES, Richard. *Understanding Command and Control*. Washington: Programa de Pesquisa de Comando e Controle do Departamento de Defesa. 2006, 222 p.

AUSTRÁLIA. ORGANIZAÇÃO DE INTELIGÊNCIA GEOESPACIAL AUSTRALIANA. *What is GEOINT?* 2021. 2 p. Disponível em: <https://www.defence.gov.au/ago/geoint-milops.htm> Acesso: 22 Abr 2021.

BARBER, John; HARRISON, Mark. *The Soviet defence-industry complex from Stalin to Khrushchev*. Nova Iorque: St. Martin's Press. 2000, 283 p.

BOYD, John. *Patterns of Conflict*. 1986 194 p. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/58a3add7e3df28d9fbff4501/t/58a4a2675016e127587d7e20/1487184492053/Patterns+of+Conflict_Dec+1986.pdf> Acesso em: 01 abr 2021.

BOYD, John. *A Discourse on Winning and Losing*. Edição de Grant T. Hammond. Maxwell. Air University Press. 2018. Disponível em: https://www.coljohnboyd.com/static/documents/2018-03_Boyd_John_R_edited_Hammond_Grant_T_A_Discourse_on_Winning_and_Losing.pdf Acesso: 25 Abr 2021.

BRASIL. AGÊNCIA BRASILEIRA DE INTELIGÊNCIA. *Doutrina Nacional da Atividade de Inteligência - Fundamentos Doutrinários*. Brasília. 2016b. Disponível em: <https://www.gov.br/abin/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/CadernodeLegislao3V.5.pdf> Acesso: 01 Maio 2021.

_____. CENTRO DE INTELIGÊNCIA DA MARINHA, *Instrução Permanente 10-02*, 2020c. Reservado.

_____. CENTRO DE INTELIGÊNCIA DA MARINHA. Simpósio. *Geointeligência: Identificação de Oportunidades de Aplicações na Amazônia Azul*. Simpósio realizado nos dias 18 e 19 de novembro, na Escola de Guerra Naval. 2020i. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/noticias/centro-de-inteligencia-da-marinha-realiza-simposio-de-geointeligencia> Acesso: 02 jun. 2021.

_____. COMANDO DO EXÉRCITO. *Manual de Geoinformação EB20-MC-10.209*. 1a Ed. Brasília 2014. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/85/1/EB20-MC-10.209.pdf> Acesso: 22 Abr 2021.

_____. COMANDO DO EXÉRCITO. *Manual Técnico de Geointeligência*. Brasília. 2019a. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/3617> Acesso: 20 Abr 2021.

_____. COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS ESPACIAIS. *Concepção e Situação Atual do Programa Estratégico de Sistemas Espaciais - PESE*. Palestra proferida em 25 de setembro de 2019. 2019c. Disponível em: <https://pi.clbi.cta.br/wp/wp-content/uploads/2020/02/1-Maj-Brig-Cha-CCISE-CLBI-PESE-25-09-2019-4-x3.pdf> Acesso: 25 Jun 2021.

_____. CONGRESSO NACIONAL. *Lei nº 9.883, de 7 de dezembro de 1999. Institui o Sistema Brasileiro de Inteligência, cria a Agência Brasileira de Inteligência - ABIN, e dá outras providências*. Brasília. 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19883.htm#:~:text=L9883&text=LEI%20No%209.883%2C%20DE,ABIN%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 02 maio 2021.

_____. CONGRESSO NACIONAL. *Política Nacional de Defesa*, Brasília. 2018a. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso.pdf Acesso: 09 abr. 2021.

_____. CONGRESSO NACIONAL. *Livro Branco de Defesa Nacional*. Brasília. 2018b. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/livro_branco_congresso_nacional.pdf Acesso: 09 abr. 2021.

_____. CONGRESSO NACIONAL. *Estratégia Nacional de Defesa*. Brasília. 2018c. 45 p. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso.pdf Acesso: 09 abr. 2021.

_____. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. *Nº 244 de 22 de dezembro de 2020*. 2020h. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=530&pagina=26&data=22/12/2020> Acesso: 29 jun. 2021.

_____. ESTADO-MAIOR DA ARMADA. *Princípios e Conceitos da Atividade de Inteligência*. Brasília. 2016c.

_____. ESTADO-MAIOR DA ARMADA. *Plano Estratégico da Marinha 2040*. Brasília. 2020a. 92 p. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/pub_pem_2040/book.html. Acesso: 31 mar. 2021.

_____. ESTADO-MAIOR DA ARMADA. *Doutrina de Inteligência da Marinha*. Brasília. 2020b. Reservado.

_____. FORÇA AÉREA BRASILEIRA. *Programa Nacional de Atividades Espaciais*. Brasília. 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/programa-espacial-brasileiro/politica-organizacoes-programa-e-projetos/programa-nacional-de-atividades-espaciais> Acesso em: 02 maio 2021,

_____. FORÇA AÉREA BRASILEIRA. *Programa Estratégico de Sistemas Espaciais*. Brasília. 2018d. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/doutrina/md20a_sa_01a_programaa_estrategicoa_dea_sistemas_espaciais_a_pes_a_ed-2018.pdf Acesso: 02 maio 2021.

_____. GABINETE DE SEGURANÇA INSTITUCIONAL. *Estratégia Nacional de Inteligência*. Brasília. 2017a. Disponível em: <https://www.gov.br/abin/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/ENINT.pdf> Acesso 01 maio 2021.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA. *Doutrina de Inteligência de Defesa*. Brasília. 2005. Disponível em: <https://silo.tips/download/doutrina-de-inteligencia-de-defesa> Acesso: 02 maio 2021.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA. *Política de Sensoriamento Remoto de Defesa*. Brasília. 2006a. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/File/legislacao/emcfa/publicacoes/md32a_pa_02a_polsenseemotodefesaa_1aa_ed2006.pdf Acesso 01 maio 2021.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA. *Doutrina de Inteligência Operacional para Operações Combinadas*. Brasília. 2006b (desclassificada em 2011). Disponível em: https://silo.tips/queue/doutrina-de-inteligencia-operacional-para-operacoes-combinadas?&queue_id=-1&v=1619982504&u=MjgwNDoxNGQ6NWM1YTphY_zgzOjhjMjE6ZjFhZjo2_MTdhdhOmI3MmE=. Acesso: 22 abr. 2021.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA. *Doutrina Militar de Defesa*. Brasília. 2007. Disponível em: https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/135/1/MD51_M04.pdf Acesso: 02 maio 2021.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA, *Glossário das Forças Armadas*, 2015a. Brasília. Disponível em: https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/141/1/MD35_G01.pdf Acesso: 10 abr. 2021.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA, *Defesa 2016/2035: Visão Prospectiva*. Brasília: Ministério da Defesa. Brasília. 2015b, 331 p.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA, *Política para o Sistema Militar de Comando e Controle*. Brasília: Ministério da Defesa. Brasília. 2015c. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/156>. Acesso em 10 abr. 2021.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA, *Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle*. Brasília: Ministério da Defesa. Brasília. 2015d. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/158>. Acesso 10 abr. 2021.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA, *Política de Segurança da Informação para o Sistema Militar de Comando e Controle*. Brasília: Ministério da Defesa. Brasília. 2015e. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/156>. Acesso 10 abr. 2021.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA. *Conceito de Operações do Sistema Militar de Comando e Controle*. Brasília. 2016d. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/doutrina_militar/lista_de_publicacoes/md31a_sa_02a_conopsa_sismca_1a_ed2015.pdf Acesso: 02 maio 2021.

_____. MINISTERIO DA DEFESA. *Cenário de Defesa 2020 – 2039 Sumário Executivo*. Brasília. 2017b. https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/revista_cenario_de_defesa.pdf Acesso: 26 abr. 2021.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA. *O Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE) – Uma Visão Geral*. Ofício nº 17977/GM-MD de 05 de julho de 2019, em resposta ao Requerimento de Informação nº 630/2019 da Câmara dos Deputados. Brasília. 2019b. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1777020 Acesso: 09 abr. 2021.

_____. MINISTÉRIO DA DEFESA. *Doutrina de Operações Conjuntas*. Brasília. 2020g. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/doutrina/md30-m-01-vol-1-2a-edicao-2020-dou-178-de-15-set.pdf> Acesso: 02 jun. 2021.

_____. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. *Política Nacional de Inteligência*. Brasília. 2016a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2016/decreto/D8793.htm Acesso: 22 abr. 2021.

BROWN, Ian. *A new conception of war: John Boyd, the U.S. Marines, and maneuver warfare*. Quantico: Marine Corps University Press, 2018. 360 p.

BRÜNNER, Christian et al (Eds). *Satellite-Based Earth Observation Trends and Challenges for Economy and Society*. Cham: Springer Press, 2018.

BURROWS, William. *Deep Black. The Startling Truth Behind America's Top-Secret Spy Satellites*. Nova Iorque: Berkley Books. 1988. 405p.

CAPELLA SPACE. *Our Story*. 2021. Disponível em: <https://www.capellaspace.com/about-us/our-story/> Acesso: 29 jun. 2021.

CHENG, Kenneth. *SpaceX Successfully Lands Rocket After Launch of Satellites Into Orbit*. The New York Times. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2015/12/22/science/spacex-rocket-landing.html> Acesso: 05 jul. 2021.

CHINA. AGÊNCIA NACIONAL ESPACIAL. “A Agência Nacional Espacial Chinesa apoiará empresas aeroespaciais para promover o desenvolvimento saudável da indústria aeroespacial comercial”. Pequim. 2019a. Disponível em: <http://www.cnsa.gov.cn/n6759533/c6806141/content.html> Acesso: 03 maio 2021.

_____. ESCRITÓRIO DE INFORMAÇÕES DO CONSELHO ESTATAL DA REPÚBLICA POPULAR DA CHINA. *China's National Defense in the New Era*. Pequim. 2019b. Disponível em <http://english.www.gov.cn/atts/stream/files/5d3943eec6d0a15c923d2036> Acesso: 03 maio 2021.

CORAM, Robert. *Boyd: the fighter pilot who changed the art of war*. Nova Iorque: Little, Brown and Company, 2002. 484 p.

COUTAU-BÉGARIE, Hervé. *Tratado de Estratégia*. Tradução de Brigitte Bentolila de Assis Manso et al. Rio de Janeiro. Escola de Guerra Naval. 2010. p. 66. Título original: *Traité de Stratégie*.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. FORÇA AÉREA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. *Commercial Space-Based GEOINT. An ISR Horizons Future Vision*. Washington. 2015. Disponível em: https://defenseinnovationmarketplace.dtic.mil/wp-content/uploads/airforce/Commercial_GEOINT_Vision.pdf Acesso: 02 maio 2021.

_____. AGÊNCIA DE INTELIGÊNCIA GEOESPACIAL. *Geospatial Intelligence (GEOINT) Basic Doctrine*. National Geospatial-Intelligence Agency. 2018. 44 p. Disponível em: <https://fas.org/irp/agency/nga/doctrine-2018.pdf> Acesso: 22 abr. 2021.

_____. CONGRESSO DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. *National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2021*. Seção 1612. Washington. 2020. Disponível em: <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/6395/text> Acesso em: 07 abr. 2021.

FILIPPAZZO, Giancarlo; DINAND, Ségolène. *The Potential Impact of Small Satellite Radar Constellations on Traditional Space Systems*. 5th Federated and Fractionated Satellite Systems Workshop. 2017. Disponível em: <http://golkar.scripts.mit.edu/fss/wp-content/uploads/2017/10/Paper-6.pdf> Acesso: 15 jun. 2021.

HAWKEYE360, *Mission Space Brochure. Accelerate Your Mission with the First Purpose-Built Commercial RF Analysis Platform*. 2021. Disponível em: <https://www.he360.com/products/mission-space-commercial-rf-analysis-platform/#mission-space-form> Acesso: 10 jun. 2021.

ICEYE. *Iceye SAR Data Documents. SAR Product Guide*. 2021. Disponível em: https://www.iceye.com/hubfs/Downloadables/ICEYE_SAR_Product_Guide_2021_V4.0.pdf Acesso: 29 jun. 2021.

ÍNDIA, *Ensuring Secure Seas: Indian Maritime Security Strategy*. República da Índia. 2015 Disponível em: https://www.indiannavy.nic.in/sites/default/files/Indian_Maritime_Security_Strategy_Document_25Jan16.pdf Acesso em 27 abr. 2021.

JONES, Andrew. *Remote sensing satellite firm completes huge funding round as Chinese space sector activity accelerates*. SpaceNews. Disponível em: <https://spacenews.com/remote-sensing-satellite-firm-completes-huge-funding-round-as-chinese-space-sector-activity-accelerates/> Acesso: 16 jun. 2021.

KERLE, Norman (Ed.); JANSEN, Lucas (Ed.); HUURNEMAN, Gerrit (Ed.). *Principles of Remote Sensing*. 2004, 250p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233793398_Principles_of_remote_sensing_an_introduutory_textbook Acesso em 10 jun. 2021.

KUHN, Thomas S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2011. 11ª Edição.

MATTOS, Bruno. *Projeto Carponis-1: O Primeiro Sistema Espacial de Sensoriamento Remoto Óptico de Alta Resolução Brasileiro*. In: 8º Simpósio de Sensoriamento Remoto de Aplicações em Defesa. São José dos Campos. 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/113725341-Projeto-carponis-1-o-primeiro-sistema-espacial-de-sensoriamento-remoto-optico-de-alta-resolucao-brasileiro.html> Acesso: 30 jun. 2021.

MCCOLLUM, Jonathan. *Reimagining Mediterranean Spaces: Libya and the Italo-Turkish War, 1911-1912*. Diacronie. Studi di Storia Contemporanea. 2015. Disponível em: <https://journals.openedition.org/diacronie/2356> Acesso: 11 jun. 2021.

OTAN. *Allied Joint Doctrine For Air and Space Operations*. NATO Standardization Office (NOS). 2016. P. 5-5. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/624137/doctrine_nato_air_space_ops_ajp_3_3.pdf Acesso: 06 abr. 2021.

PAEK, Sung Wook et al. *Small-Satellite Synthetic Aperture Radar for Continuous Global Biospheric Monitoring: A Review*. Remote Sensing. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/16/2546/pdf>. Acesso em 15 jun. 2021.

PAULSON, Terrance (ed.). *Intelligence Issues and Developments*. Nova Science, Inc. Nova Iorque, 2008, 240p.

RAZANI, Mohammad. *Commercial Space Technologies and Applications – Communication, Remote Sensing, GPS, and Metrological Satellites*. Taylor and Francis Group, LLC. Nova Iorque. 2019, 327p.

REINO UNIDO, MINISTÉRIO DA DEFESA. *Strategic Trends Programme Future Operating Environment 2035*. 2014. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/646821/20151203-FOE_35_final_v29_web.pdf Acesso: 06 mar. 2021.

ŠEBELA, Monja. *There is Never Enough Data — WorldView, Landsat 8 Collection 2 and More*. Medium. Disponível em: <https://medium.com/sentinel-hub/there-is-never-enough-data-worldview-landsat-8-collection-2-and-more-f1d52159e7e0> Acesso em 30 jun. 2021.

SPACE IMAGING BRASIL. *Sobre*. 2021. Disponível em: <https://www.sibbrasil.com/> Acesso em 25 jul. 2021.

THOMPSON, Amy. *SpaceX launches a record 143 satellites on one rocket, aces landing*. Space.com. 2021. Disponível em: <https://www.space.com/spacex-launches-143-satellites-transporter-1-rocket-landing> Acesso 16 jun. 2021.

UNIAO EUROPEIA. CENTRO DE SATÉLITES DA UNIÃO EUROPEIA. *What is GEOINT?* 2021. 2 p. Disponível em: https://www.satcen.europa.eu/page/geospatial_intelligence Acesso 07 jul. 2021.

UCS. *Union of Concerned Scientists*. “*Satellite Database 01 Jan 2021*”. Disponível em: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> Acesso em: 27 abr. 2021.

VOGEL, Steve. *The Pentagon. A History*. Random House Trade Paperbacks. Nova Iorque. 2008.

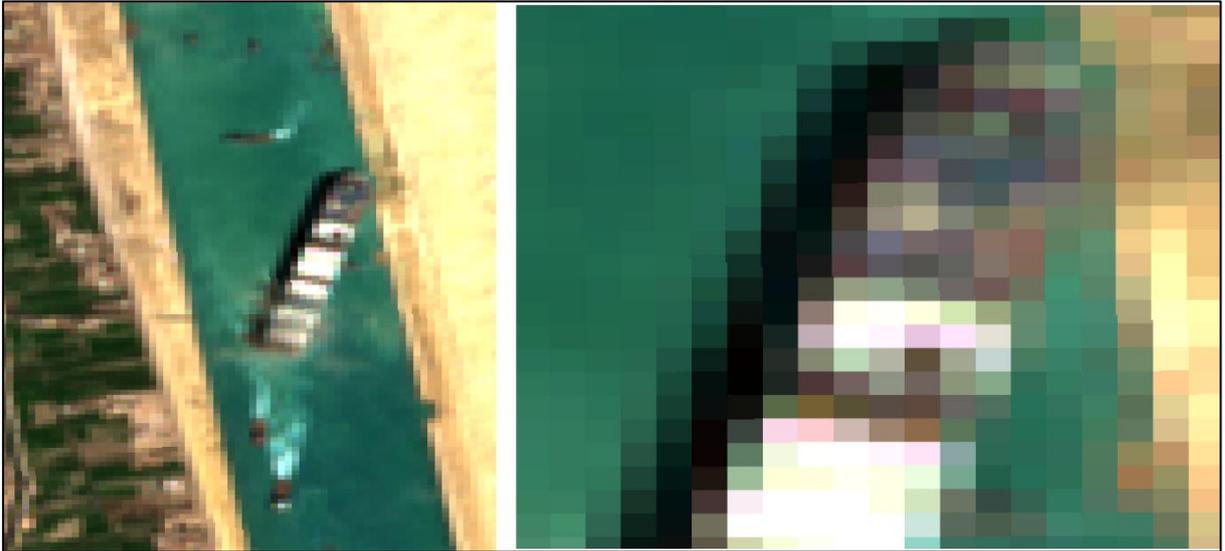
ANEXO A – EXEMPLOS DE RESOLUÇÕES ESPACIAIS

FIGURA 8 – Imagem produzida pelo satélite Sentinel-2 L2A em 29 de março de 2021. Resolução de 10 metros. Na parte à esquerda da imagem observa-se todo o navio e à direita uma tentativa de aproximação.

Fonte: ŠEBELA, Monja. *There is Never Enough Data — WorldView, Landsat 8 Collection 2 and More*. Medium. Disponível em: <https://medium.com/sentinel-hub/there-is-never-enough-data-worldview-landsat-8-collection-2-and-more-f1d52159e7e0> Acesso em 30 Jun 2021.

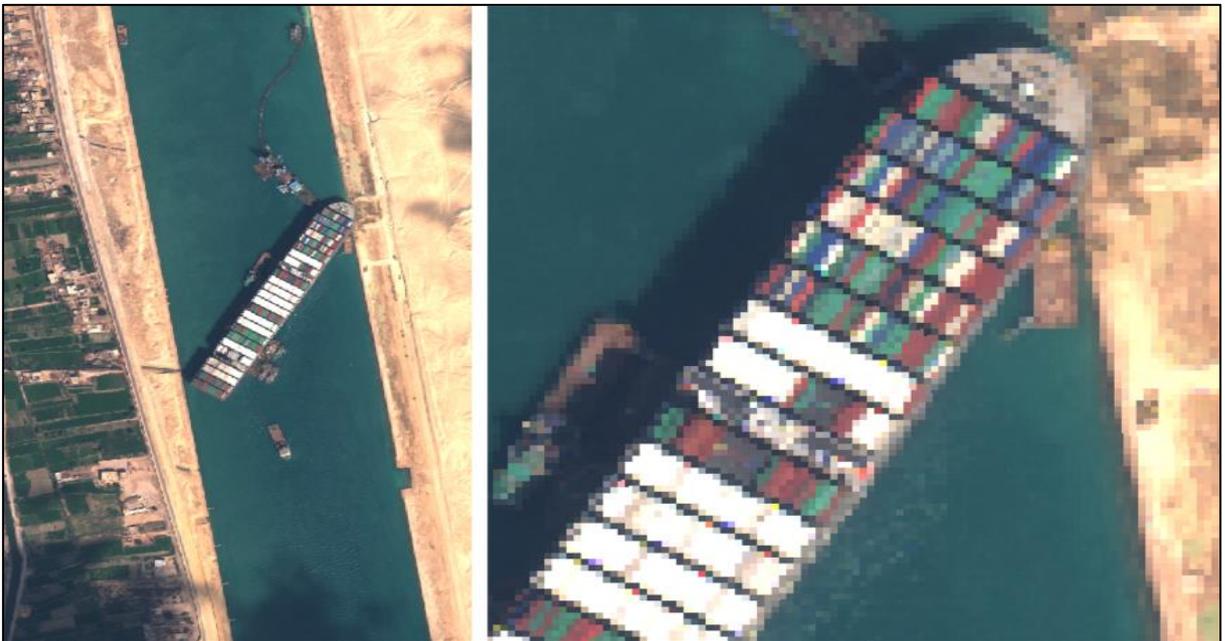


FIGURA 9 – Imagem produzida pelo satélite WorldView-3 em 27 de março de 2021. Resolução de 2 metros. Na parte à esquerda da imagem observa-se todo o navio e à direita uma tentativa de aproximação.

Fonte: ŠEBELA, Monja. *There is Never Enough Data — WorldView, Landsat 8 Collection 2 and More*. Medium. Disponível em: <https://medium.com/sentinel-hub/there-is-never-enough-data-worldview-landsat-8-collection-2-and-more-f1d52159e7e0> Acesso em 30 Jun 2021.

ANEXO A – EXEMPLOS DE RESOLUÇÕES ESPACIAIS

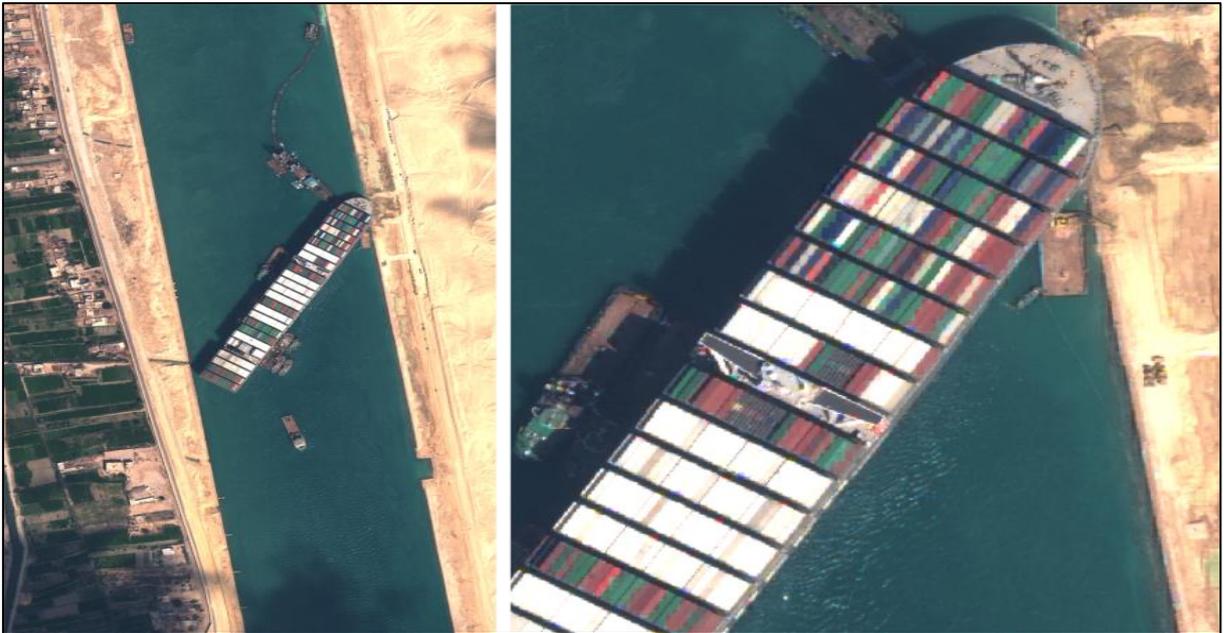


FIGURA 10 – Imagem produzida pelo satélite WorldView-3 em 27 de março de 2021. Resolução de 0.5 metros obtida após um processo de *pansharpenning*. Na parte à esquerda da imagem observa-se todo o navio e à direita uma tentativa de aproximação.

Fonte: ŠEBELA, Monja. *There is Never Enough Data — WorldView, Landsat 8 Collection 2 and More*. Medium. Disponível em: <https://medium.com/sentinel-hub/there-is-never-enough-data-worldview-landsat-8-collection-2-and-more-f1d52159e7e0> Acesso em 30 Jun 2021.



FIGURA 11 – Imagem produzida pelo satélite Terra, destacando a diferença entre uma imagem com resolução de 250 metros e uma resolução de 20 metros.

Fonte: MATTOS, Bruno. Projeto Carponis-1: O Primeiro Sistema Espacial de Sensoriamento Remoto Óptico de Alta Resolução Brasileiro. In: 8º Simpósio de Sensoriamento Remoto de Aplicações em Defesa. São José dos Campos. 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/113725341-Projeto-carponis-1-o-primeiro-sistema-espacial-de-sensoriamento-remoto-optico-de-alta-resolucao-brasileiro.html> Acesso: 30 Jun. 2021.

ANEXO A – EXEMPLOS DE RESOLUÇÕES ESPACIAIS



FIGURA 12 – Imagem produzida pelo satélite Terra, destacando a diferença entre uma imagem com resolução de 20 metros e uma resolução de 10 metros.

Fonte: MATTOS, Bruno. Projeto Carponis-1: O Primeiro Sistema Espacial de Sensoriamento Remoto Óptico de Alta Resolução Brasileiro. In: 8º Simpósio de Sensoriamento Remoto de Aplicações em Defesa. São José dos Campos. 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/113725341-Projeto-carponis-1-o-primeiro-sistema-espacial-de-sensoriamento-remoto-optico-de-alta-resolucao-brasileiro.html> Acesso: 30 Jun. 2021.



FIGURA 13 – Imagem produzida pelo satélite Terra, destacando a diferença entre uma imagem com resolução de 10 metros e uma resolução de 5 metros.

Fonte: MATTOS, Bruno. Projeto Carponis-1: O Primeiro Sistema Espacial de Sensoriamento Remoto Óptico de Alta Resolução Brasileiro. In: 8º Simpósio de Sensoriamento Remoto de Aplicações em Defesa. São José dos Campos. 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/113725341-Projeto-carponis-1-o-primeiro-sistema-espacial-de-sensoriamento-remoto-optico-de-alta-resolucao-brasileiro.html> Acesso: 30 Jun. 2021.

ANEXO A – EXEMPLOS DE RESOLUÇÕES ESPACIAIS



FIGURA 14 – Imagem produzida pelo satélite Terra, destacando a diferença entre uma imagem com resolução de 0.5 metros e uma resolução de 0.3 metros.

Fonte: MATTOS, Bruno. Projeto Carponis-1: O Primeiro Sistema Espacial de Sensoriamento Remoto Óptico de Alta Resolução Brasileiro. In: 8º Simpósio de Sensoriamento Remoto de Aplicações em Defesa. São José dos Campos, 2018. Disponível em: <https://docplayer.com.br/113725341-Projeto-carponis-1-o-primeiro-sistema-espacial-de-sensoriamento-remoto-optico-de-alta-resolucao-brasileiro.html> Acesso: 30 Jun. 2021.

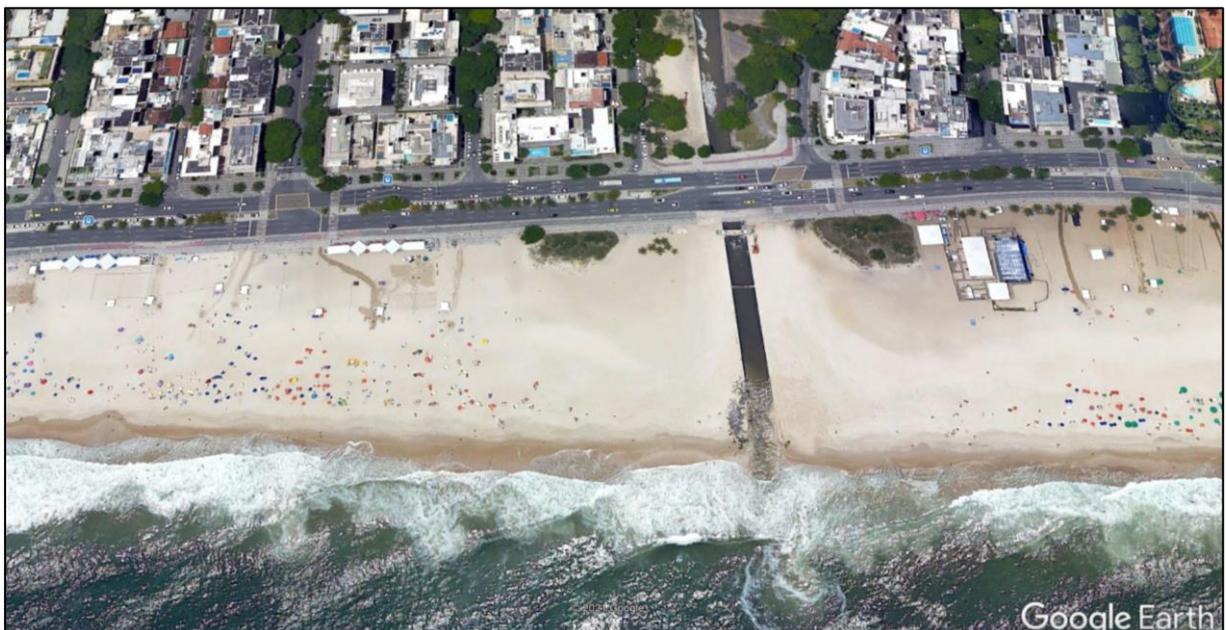


FIGURA 15 – Imagem da do aplicativo Google Earth Pro. Resolução de até 0,3 metros

Fonte: Aplicativo Google Earth, 2021. Disponível em: <https://earth.google.com/web/> Acesso: 30 Jun. 2021.