

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC WARISSON GUIMARÃES ALVES

O COMANDO E CONTROLE (C2) NA PATRULHA NAVAL:

Monitoração e geolocalização das comunicações satelitais.

Rio de Janeiro

2019

CC WARISSON GUIMARÃES ALVES

O COMANDO E CONTROLE (C2) NA PATRULHA NAVAL:

Monitoração e geolocalização das comunicações satelitais.

Dissertação apresentado à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores.

Orientador: CC Leonardo Barbosa Souza

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval

2019

AGRADECIMENTO

Primeiramente, a Deus pela força e saúde que me permitem em continuar lutando e sobrepujando todos os obstáculos do dia a dia, e por me conceder a fé e complacência para lograr meus sonhos e torná-los reais no Seu tempo.

A minha esposa e Oficial da MB, Patricia Araujo, e aos meus filhos, Dryelle e Danilo, agradeço a paciência por entenderem as minhas ausências temporárias, que me permitiram concluir este trabalho, e outros desafios da minha carreira naval. Todas as minhas ações foram inspiradas para refletir o meu melhor e ser exemplo de pai e marido.

A minha mãe Orlandina por todas as lições de vida recebidas que me permitiram querer alcançar maiores degraus. Ao meu pai Odalin, de onde estiver, luto para ser o orgulho do teu único filho.

Ao meu orientador, CC Leonardo Barbosa Souza, agradeço as orientações, o companheirismo, a vivência, o tempo dedicado e sua fidalguia que muito me aprimoraram e tornaram este trabalho uma realidade.

Aos meus amigos Josinaldo Santos de Azevedo e André Mario do Carmo Grigório, ambos da Agência Nacional de Telecomunicações, e ao CT (EN) Yanes Checcacci Balod, do Centro de Guerra Eletrônica da Marinha, pelas atenções e valiosas lições ao dividirem comigo esse desafio. Sem seus esforços, esse trabalho não teria sido concluído.

Por fim, ao CMG Rodrigo Metropolo Pace, ex-Comandante da Estação Rádio da Marinha no Rio de Janeiro (ERMJR), e à tripulação e “irmãos de farda” do Departamento de Operações desta organização militar, do qual fui Chefe, pois graças ao crédito e à segurança a minha pessoa à frente do “braço operativo” da ERMJR, pude conhecer e vivenciar as Comunicações Navais que contribuíram, de sobremaneira, para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

A Estação Terrena de Monitoração de Satélites Geoestacionários (EMSAT), viabilizada pela Agência Nacional de Telecomunicações, possui capacidade de efetuar medidas nas bandas C, Ku e Ka com possibilidade de monitorar e geolocalizar uma fonte interferente nas comunicações satelitais. Uma vez que não é possível a eliminação de todas as interferências, se faz necessário administrar as mesmas, mantendo, para isso, uma relação sinal-ruído dentro de limites aceitáveis para cada canal observado. De modo a contribuir para a manutenção de níveis de ruído pode ser necessária a localização/ identificação das fontes interferentes. Dessa forma, esta dissertação buscará analisar a viabilidade de se agregar a ferramenta utilizada pela EMSAT ao Sistema Naval de Comando e Controle (SISNC2) ampliando, por conseguinte, sua capacidade de Guerra Eletrônica, monitorando e geolocalizando as possíveis fontes interferentes, sejam elas maliciosas ou não, e aumentar a consciência situacional sobre a Amazônia Azul ®. Usando como apoio as terminologias e novos conceitos e abordagens mais recentes utilizados pelo Departamento de Defesa dos EUA referente à C2 e ao processo decisório, confrontando-as com as terminologias e conceitos utilizados pelo Ministério da Defesa, é analisado o emprego da EMSAT e sua tecnologia para monitoração e geolocalização inserindo-a no SISNC2, em detrimento ao uso malicioso de uma interferência deliberada (*jamming*) nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB). A partir da hipótese da queda nas detecções em *High Frequency* (HF) da Rede de Radiogoniometria de Alta Frequência (RRGAF) da MB nas AJB, no período entre 2010 e 2015, em confronto com as características e emprego real da EMSAT, construiu-se um cenário operacional para uso desta Estação no sistema de C2 da MB e como fonte para o Sistema de Inteligência Operacional da MB (SIOp-MB). Concluiu que os princípios de C2, em sua maioria, são atendidos no pleno emprego da EMSAT e das comunicações satelitais, pela simplicidade, segurança, flexibilidade, amplitude e interoperabilidade. A EMSAT, por sua vez, poderá contribuir para a garantia do cumprimento das atribuições subsidiárias da MB e, conseqüentemente, para o aumento da consciência situacional. O estudo indicou, ainda, que a EMSAT poderá elevar a capacidade de GE do SISNC2 e agregar valor como uma ferramenta suplementar e útil durante o processo decisório. O fornecimento de informações de Inteligência Operacional pela EMSAT, também, contribuirá na otimização do emprego dos meios navais durante a PATNAV e no incremento do SIOp-MB. A questão que talvez mereça atenção futura é se o uso da EMSAT agora no âmbito do Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC2) contribuirá para as Operações Conjuntas ou Combinadas, nos níveis estratégicos e operacionais, por meio da interoperabilidade entre os Centros de C2 das Forças Singulares.

Palavras-Chave: EMSAT. ANATEL. Comando e Controle. Ciclo OODA. SISNC2. Comunicações satelitais. *Jamming*. RRGAF. SIOp-MB. PATNAV.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 —	A Amazônia Azul®.....	56
FIGURA 2 —	A Amazônia Azul® com a inclusão da Elevação do Rio Grande.....	57
FIGURA 3 —	Área e sub-regiões SAR.....	58
FIGURA 4 —	Domínio da GCR.....	58
FIGURA 5 —	Modelo simplificado do Ciclo OODA ou Boyd.....	59
FIGURA 6 —	Modelo real do Ciclo OODA ou Boyd.....	60
FIGURA 7 —	Estrutura do SISMC2 em apoio ao EttaMiD.....	61
FIGURA 8 —	Estrutura do SIOp-MB.....	61
FIGURA 9 —	Três estações de satélites assegurariam cobertura completa do globo...	62
FIGURA 10 —	Disposição dos satélites no Cinturão de Clarke	62
FIGURA 11 —	Estação Terrena de Monitoração de Satélites.....	63
FIGURA 12 —	Antenas utilizadas pela EMSAT.....	63
FIGURA 13 —	<i>Footprint</i> do satélite geostacionário <i>Star One C1</i> , Banda C, sobre a América do Sul.....	64
FIGURA 14 —	Satélites Geoestacionários autorizados no Brasil.....	65
FIGURA 15 —	Ações realizadas durante geolocalização de fonte interferente ou hostil..	66
FIGURA 16 —	Erros de geolocalização.....	67
FIGURA 17 —	Distribuição Percentual por Tipos de Contato no período de 2010-2015.	67
FIGURA 18 —	Histograma Acumulado da Distribuição percentual por países das detecções de pesqueiros.....	68
FIGURA 19 —	Histograma do Número de Detecções Globais Anuais e por Tipo.....	68
FIGURA 20 —	Número de Detecções de Embarcações de Pesca por ano na ZEE.....	69

FIGURA 21 — Distribuição Espacial das detecções de pesqueiros no Mês de Junho por Ano.....	69
FIGURA 22 — Teoria básica da Geolocalização.....	70
FIGURA 23 — Caso real de geolocalização efetuada pela EMSAT (dez/2015).....	70
FIGURA 24 — Localização do Navio Hospitalar Dr. Montenegro (2016).....	71
FIGURA 25 — Localização da estação terrena interferente (2016).....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AED	Ações Estratégicas de Defesa
AJB	Águas Jurisdicionais Brasileiras
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
BID	Base Industrial de Defesa
C2	Comando e Controle
C3	Comando, Controle e Comunicações
C3I	Comando, Controle, Comunicações e Informações
C3I2	Comando, Controle, Comunicações, Informações e Interoperabilidade
C4I	Comando, Controle, Comunicações, Computação e Informações
C4ISR	<i>Comand, Control, Communications, Computing, Information, Surveiling and Research</i>
CC2	Centro de Comando e Controle
CC2FPaz	Centro de Comando e Controle das Forças de Paz
CC2MD	Centro de Comando e Controle do Ministério da Defesa
CC2COp	Centro de Comando e Controle do Comando Operacional
CCDN	Centro de Comando dos Distritos Navais
CCFFE	Centro de Comando da Força de Fuzileiros da Esquadra
CCHN	Centro de Comando da Diretoria de Hidrografia e Navegação
CCMAR	Centro de Comando no Mar
CCRP	<i>Command and Control Research Program</i>
CCTER	Centro de Comando em Terra
CCTOM	Centro de Comando do Teatro de Operações
CGE	Capacidade de Guerra Eletrônica
CGEM	Centro de Guerra Eletrônica da Marinha
CIOp	Centro de Inteligência Operacional
CISMAR	Centro Integrado de Segurança Marítima
CLPC	Comissão de Limites da Plataforma Continental

CNUDM	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
COE	Centro de Operações da Esquadra
Com3°DN	Comando do 3º Distrito Naval
Com5°DN	Comando do 5º Distrito Naval
Com9°DN	Comando do 9º Distrito Naval
ComOpNav	Comando de Operações Navais
ComTO	Comandante do Teatro de Operações
CON	Comandante de Operações Navais
CONOPS	Conceito de Operações
COp	Conhecimento Operacional
COPE	Centro de Operações Espaciais
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
DE	Diretorias Especializadas
DN	Distritos Navais
DNI	<i>Director of National Intelligence</i>
DOD	<i>Department of Defense</i>
ED	Estratégia de Defesa
EMCFA	Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas
EMSAT	Estação Terrena de Monitoração de Satélites
END	Estratégia Nacional de Defesa
ERMJR	Estação Rádio da Marinha no Rio de Janeiro
EttaMiD	Estrutura Militar de Defesa
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
FIFA	<i>Fédération Internationale de Football Association</i>
GCR	Guerra Centrada em Rede
GE	Guerra Eletrônica

HF	<i>High Frequency</i>
HF/DF	<i>High-frequency direction finding</i>
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
INFOPE	Informações Operacionais
INTCOM	Inteligência de Comunicações
INTSAL	Inteligência de Sinal
IOP	Inteligência Operacional
JP1	<i>Joint Publication 1</i>
LBDN	Livro Branco de Defesa Nacional
LC	Lei Complementar
LGT	Lei Geral de Telecomunicações
MAGE	Medida de Apoio à Guerra Eletrônica
MAGE-COM	Medida de Apoio à Guerra Eletrônica de Comunicações
MB	Marinha do Brasil
MD	Ministério da Defesa
MN	Milha(s) náutica(s)
MT	Mar territorial
NCW	<i>Network-Centric Warfare</i>
OND	Objetivo Nacional de Defesa
ONU	Organização das Nações Unidas
OODA	Observação, Orientação, Decisão, Ação
PATNAV	Patrulha Naval
PC	Plataforma Continental
RRGAF	Rede de Radiogoniometria de Alta Frequência
SAD	Sistema de Apoio à Decisão
SADLOG	Sistema de Apoio à Decisão Logística
SAGBD	Sistema de Apresentação Gráfica e Banco de Dados

SAR	<i>Search and Rescue</i>
SGDC	Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégica
SIA	<i>Satellite Industry Association</i>
SIGINT	<i>Signal Intelligence</i>
SIOp-MB	Sistema de Inteligência Operacional da Marinha do Brasil
SIR-II	Sistema Integrado de Radiogoniometria
SISC2FAB	Sistema de Comando e Controle da Força Aérea Brasileira
SISC2FCTE	Sistema de Comando e Controle das Forças Componentes
SISC2FPaz	Sistema de Comando e Controle das Forças de Paz
SISC2FTer	Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre
SISCOMIS	Sistema de Comunicações Militares por Satélite
SISMC2	Sistema Militar de Comando e Controle
SISNC2	Sistema Naval de Comando e Controle
SISTED	Sistema Tático de Enlaces de Dados
SISTRAM	Sistema de Informações sobre o Tráfego Marítimo
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TO	Teatro de Operações
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
UIT	União Internacional de Telecomunicações
USA	<i>United States of America</i>
ZC	Zona Contígua
ZEE	Zona Econômica Exclusiva
ZOPACAS	Zona de Paz e Cooperação do Atlântico Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	O COMANDO E CONTROLE (C2) E A MARINHA DO BRASIL... ..	16
2.1.	Uma nova era.....	16
2.2.	A Guerra Centrada em Rede.....	18
2.3.	Comando e Controle.....	19
2.4.	O Sistema de Comando e Controle.....	21
2.5.	Princípios de Comando e Controle.....	22
2.6.	Ciclo e Processo de Comando e Controle.....	23
2.7.	Processo decisório.....	25
2.8.	Sistema Naval de Comando e Controle (SISNC2).....	26
3	MONITORAMENTO E GEOLOCALIZAÇÃO DAS COMUNICAÇÕES SATELITAIS.....	30
3.1.	Satélites Geoestacionários.....	31
3.2.	A utilidade das comunicações satelitais e as interferências.....	31
3.3.	Guerra Eletrônica nas comunicações satelitais.....	34
3.4.	Estação Terrena de Monitoração de Satélites (EMSAT).....	36
3.5.	Casos reais de interferências deliberadas.....	39
4	O AUMENTO DO USO DE COMUNICAÇÕES SATELITAIS E O EMPREGO DA EMSAT NAS AJB.....	42
4.1.	O uso das comunicações em HF e satelitais na AJB no período de 2010-2015... ..	42
4.2.	Aplicabilidade e emprego da EMSAT.....	45
5	CONCLUSÃO.....	49
	REFERÊNCIAS.....	52
	ANEXO.....	56

1 INTRODUÇÃO

O Almirante estadunidense Alfred Thayer Mahan (1840-1914), em sua obra *The influence of sea power upon history* (1890), argumentou que o controle dos mares caracterizou um ponto de influência em busca de vitórias das potências marítimas sobre as potências terrestres em todos os conflitos armados.

Essa importância do mar é respaldada, também, pelo comércio mundial realizado, em sua maioria, pelos navios mercantes, bem como a diversidade de recursos do mar a serem explorados, levado a reboque pelo desenvolvimento de tecnologias para esse fim, e não menos raro, a relevância da proteção ambiental dos oceanos¹. Entender esse universo oceânico demanda, dessa forma, conhecimentos relacionados a estes pontos supracitados.

Ressaltada tal importância, importa registrar que o litoral brasileiro possui aproximadamente 8.500 km de extensão e, de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), em vigor desde novembro de 1994, o Mar Territorial (MT) brasileiro passou a se estender desde a linha de costa até 12 milhas náuticas (MN)², a Zona Contígua (ZC) entre 12 e 24 MN e a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de 12 a 200 MN da costa. Além desta área, a Plataforma Continental (PC) compreende o leito e o subsolo marinhos e pode alcançar até 350 MN desde a costa³.

Ademais, para a Marinha do Brasil (MB), as Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB) compreendem as águas interiores e os espaços marítimos, nos quais o Brasil exerce jurisdição, em algum grau, sobre atividades, pessoas, instalações, embarcações e recursos naturais vivos e não-vivos, encontrados na massa líquida, no leito ou no subsolo marinho, para os fins de controle e fiscalização, sob respaldo da legislação internacional e nacional.

1 BARBOSA JUNIOR, 2012.

2 O mar territorial brasileiro de 200 MN – instituído pelo Decreto-lei nº 1.098, de 25 de março de 1970 – passou a ser de 12 MN, com a vigência da Lei nº 8.617, de 04 de janeiro de 1993. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbg/v17n1/v17n1a07.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

3 MARINHA DO BRASIL, 2017a

Esses espaços marítimos compreendem a faixa de 200 MN contadas a partir das linhas de base, acrescida das águas sobrejacentes à extensão da PC além das 200 MN, onde ela ocorrer⁴.

Isso posto, é apresentada a Amazônia Azul^{®5} (FIG. 1). Um espaço de aproximadamente 4,5 milhões de km² composta pelas AJB e mais 170.000 km² de área de PC na Região Sul, além da ZEE, na área denominada Elevação do Rio Grande⁶ (FIG. 2), ora incorporada ao Brasil, no dia 11 de junho de 2019⁷, de acordo com o portal da Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC)⁸ no site da Organização das Nações Unidas (ONU).

A Amazônia Azul[®] patenteia um conceito político-estratégico que corrobora um desenvolvimento econômico, alicerçado na superação de desafios sejam nos campos político, estratégico, econômico, científico, ambiental e social, sob o horizonte da nossa última fronteira: a marítima⁹. Tal definição buscará sinalizar à sociedade brasileira sobre a importância estratégica desse imenso espaço marítimo.

Somado a área da Amazônia Azul[®], o Brasil, perante a CNUDM, assumiu a responsabilidade pela salvaguarda da vida humana no mar na área de Busca e Salvamento (SAR¹⁰) (FIG. 3). Uma visão estratégica, somada a um grande desafio, voltada para o acompanhamento dos meios que nela transitam.

Nesse cenário, o Atlântico Sul denota como uma das áreas de interesse prioritária. Salienta-se, ainda, o comércio marítimo, a exploração dos recursos do mar e seu

4 MARINHA DO BRASIL, 2017b.

5 Disponível em: <https://www.mar.mil.br/hotsites/amazonia_azul>. Acesso em: 21 mai. 2019.

6 Disponível em: <<https://politica.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-quer-ampliar-em-58-sua-area-maritima,70002844787>>. Acesso em: 28 mai. 2019.

7 Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/noticias/brasil-incorpora-170-mil-km2-de-area-de-plataforma-continental-e-tem-sua-amazonia-azul>>. Acesso em 14 jun. 2019.

8 Disponível em: <https://www.un.org/depts/los/clcs_new/clcs_home.htm>. Acesso em: 20 jun. 2019.

9 BARBOSA JÚNIOR, 2012.

10 Em inglês, *Search and Rescue*.

aproveitamento, as pesquisas científicas, os interesses de defesa nacional e segurança, a Zona de Paz e Cooperação do Atlântico Sul (ZOPACAS)¹¹ e a exploração científica da Antártica.

A fiscalização dessa área estratégica se torna mandatória e deve ocorrer muito além dos limites das fronteiras marítimas brasileiras. Para isso o emprego eficaz do trinômio “monitoramento/controle, mobilidade e presença” deverá ser aplicado.

Como parcela desse esforço, em uma das atribuições subsidiárias da MB no que se refere às atividades de emprego limitado da força, cabe a realização de patrulha naval (PATNAV), atividade que visa a implementação e fiscalização do cumprimento de leis e regulamentos nas AJB. Nesse sentido, uma das preocupações é o emprego eficaz dos meios, de modo a monitorar as atividades desenvolvidas na ZEE.

Os seguintes questionamentos se apresentam: como viabilizar uma eficácia no emprego dos meios em função das inovações tecnológicas? Por consequência, como garantir uma maior consciência situacional¹² sobre o que acontece na Amazônia Azul®?

Atingir uma consciência situacional efetiva exige, com certo esforço e desempenho, uma avaliação diuturna das áreas de interesse e o monitoramento de padrões de comportamento. As lacunas no conhecimento deverão ser mitigadas ou eliminadas pela vigilância, inteligência, reconhecimento e troca de informações.

Além disso, o Brasil, pelo compromisso de garantir a operabilidade das comunicações durante os grandes eventos realizados por ocasião da Copa do Mundo FIFA (*Fédération Internationale de Football Association*) e dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos, ocorridas em 2014 e 2016, respectivamente, viabilizou pela sua Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) a construção da Estação Terrena de Monitoração de Satélites

11 Criada pelas Nações Unidas em 1986, com o objetivo de evitar a introdução de armamentos nucleares e outros de destruição em massa na região. Disponível em: <<https://www.defesa.gov.br/relacoes-internacionais/foruns-internacionais/zopacas>>. Acesso em: 21 mai. 2019.

12 É a efetiva compreensão das tendências e relações que se desenvolvem em tempo real no ambiente marítimo entre diversos atores, abalando a defesa, a segurança, a economia e o entorno estratégico de um Estado. (MARINHA DO BRASIL, 2017b).

(EMSAT), ativada em 2014. A Estação é usada por essa Agência para a pesquisa de interferências nas comunicações satelitais e a geolocalização da fonte interferidora em todo território brasileiro, incluindo as AJB, dentre outras atribuições¹³.

Fruto do que foi introduzido, o presente trabalho possui o propósito de verificar o emprego da EMSAT, por meio do uso de seu sistema de monitoramento e geolocalização utilizando os satélites geoestacionários¹⁴, em favor da MB, no âmbito do Sistema Naval de Comando e Controle (SISNC2) e se poderá contribuir para a garantia do estabelecimento de uma maior consciência situacional sobre o que acontece na Amazônia Azul®, ampliando, por conseguinte, sua capacidade de Guerra Eletrônica (GE), monitorando e geolocalizando as possíveis fontes, sejam elas emissoras de interferências maliciosas (*jamming*¹⁵) ou não.

Como hipótese para o trabalho, tem sido observado um decréscimo nas detecções em *High Frequency* (HF) da Rede de Radiogoniometria de Alta Frequência¹⁶ (RRGAF) da MB nas AJB, no período amostral de 2010-2015, em função do aumento do uso das comunicações satelitais. Assim, com a finalidade de alcançar o propósito deste estudo, buscar-se-á analisar se essa hipótese denota uma prioridade do emprego de comunicações via satélites por parte de embarcações nacionais e estrangeiras.

Para o desenvolvimento, realizar-se-á uma pesquisa exploratória, empregando a metodologia de pesquisa bibliográfica em livros, periódicos, trabalhos acadêmicos e sítios de internet, além do método científico dedutivo, de modo a auferir a conceituação básica dos termos aplicados a Comando e Controle (C2), tanto no âmbito da MB, quanto nas doutrinas

13 Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/noticias/visita-do-presidente-da-anatel-estacao-de-monitoramento-de-satelites-geoestacionarios>>. Acesso em: 27 mai. 2019.

14 São aqueles que completam em órbita a rotação ao redor do planeta no mesmo tempo correspondente ao período de rotação da Terra, o que percebe-se o satélite como um ponto fixo no céu. Geralmente, são utilizados na comunicação atingindo regiões distantes. Sobre a linha do Equador, possuem uma órbita em torno de 36.000 km a partir da superfície da terrestre. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-sao-satelites-geoestacionarios.htm>>. Acesso em: 22 mai. 2019.

15 Nas comunicações satelitais, o termo é denominado na literatura técnica como uma interferência deliberada (BALOD, 2015).

16 Tarefas de monitorar, interceptar e analisar o tráfego de radiocomunicações, bem como efetuar a radiolocalização em embarcações que estejam emitindo radiofrequência na faixa de HF, nas AJB e na área do Atlântico Sul, por meio de outras estações radiogoniométricas (MARINHA DO BRASIL, 2010).

empregadas pelo Departamento de Defesa (DOD) dos Estados Unidos da América (EUA). Para apoiar a análise do trabalho, efetuaram-se consultas com representantes da ANATEL e do Centro de Guerra Eletrônica da Marinha (CGEM), e, também, utilizou-se da experiência obtida pelo autor na função que se relacionou ao assunto em pauta.

Para isso o trabalho discorrerá em cinco capítulos. Em seguida a este capítulo introdutório, apresentar-se-ão, no segundo capítulo, as terminologias e conceitos mais recentes utilizados pelo DOD referente à C2 e processo decisório, sob o entendimento de pesquisadores do *Command and Control Research Program (CCRP)*, confrontando com as terminologias e conceitos utilizados no âmbito do Ministério da Defesa (MD), que, por sua vez, servirão como base teórica no decorrer desse estudo, bem como o modelo de sistema de C2 utilizado pela MB para monitoramento da Amazônia Azul®.

No terceiro capítulo apresentar-se-ão os conceitos envolvidos nas comunicações satelitais e GE, analisar-se-ão as características e possibilidades da EMSAT, bem como casos reais de *jamming* relatados na mídia.

No quarto capítulo buscar-se-á uma análise sobre as estatísticas do uso das comunicações em HF e satelitais a partir dos dados coletados pelas RRGAF por parte de embarcações nacionais e estrangeiras na AJB, bem como apresentar-se-ão estudos de caso com o emprego da EMSAT de forma a solidificar o uso dessa ferramenta.

Para conclusão, no quinto capítulo, apresentar-se-ão respostas para os questionamentos e hipótese levantados, mas também possíveis temas de pesquisa futuras sobre o assunto que não foram objeto deste estudo, bem como implicações para a MB.

2 O COMANDO E CONTROLE (C2) E A MARINHA DO BRASIL

Os desafios de uma nova era do século XXI aumentaram significativamente. Novos conceitos de operações e abordagens para C2 são capazes de fornecer maiores recursos para enfrentar esses desafios. As missões de hoje diferem das missões militares tradicionais qualitativamente. São simultaneamente mais complexas e mais dinâmicas, exigindo as capacidades coletivas e os esforços de muitas organizações para obter sucesso.

Esse requisito de reunir um conjunto diversificado de capacidades e organizações em uma coalizão eficaz é acompanhado por janelas temporais cada vez menores de oportunidade de resposta. Abordagens tradicionais de C2 não estão à altura dos obstáculos da nova era. Em poucas palavras, falta-lhes a agilidade necessária para atender as tarefas no século XXI.

Nesse sentido, faz-se necessário compreender tais capacidades, em parcelas ou como um todo, e conceitos aplicados de C2. Em face da vasta literatura que dispõem sobre estes conceitos, têm-se como foco e alicerce, as definições prescritas no âmbito do DOD e publicações recentes do CCRP para o desenvolvimento do estudo, agregando com os conceitos de C2 no âmbito do MD. Em seguida, o atual sistema de C2 aplicado no âmbito da MB será introduzido, de maneira a situar o uso da EMSAT nos próximos capítulos.

2.1. Uma nova era

O valor da informação é inegável para o sucesso em um conflito armado. Revelam-se maiores benefícios para o Estado que melhor absorvê-la e compreendê-la. De fato, o uso da informação possibilita um melhor planejamento e uma maior predisposição para antecipação ante adversidades, bem como desenvolver novos conhecimentos, doutrinas,

tecnologias e investimentos em qualquer campo de interesse, principalmente o militar (ALBERTS, HAYES, 2006).

Os avanços na área de Tecnologia da Informação (TI) e a capacidade do homem de aproveitar as oportunidades que esses avanços o proporcionam estão alterando de certa forma a natureza do mundo em que vivemos: citamos aqui a Era da Informação. Como afirma Alberts *et al.* (1999) a Era da Informação tem alterado a distribuição de poder e a complexidade das tecnologias envolvidas, encolhendo as distâncias ao redor do mundo e comprimindo o tempo, o que aumenta o ritmo de nossas vidas.

Considerando que o homem não é capaz de explorar plenamente as oportunidades apresentadas pelas tecnologias de informação existentes, está se tornando cada vez mais evidente que a maioria das pessoas considera que a Era da Informação está sendo rapidamente transformada em uma “nova era”.

Para entender por que isso ocorre, de acordo com o argumento de Alberts (2011), é necessário primeiro revisar as origens da Era da Informação e suas características definidoras em termos de meios e limites, e compará-las às realidades emergentes do século XXI. Basta retroceder para século XIX com o marco na invenção do telégrafo de Samuel Morse, e retroceder ainda mais, na invenção da imprensa em 1440 por Johannes Gutenberg.

E mais, o domínio da informação se estabelece na situação em que o homem, empregando sistemas automatizados, observa, orienta-se, decide e age sobre ele, sendo também o principal produto do processo de tomada de decisão. O domínio possui três componentes: físico (sistemas), informacional (composto pelo conteúdo da informação) e cognitivo (composto pela mente de decisores e demais públicos-alvo)¹⁷.

Em suma, a tecnologia da informação encontra-se no gene¹⁸ da nova era, a sua pedra fundamental. No nível mais básico, o principal processo dessa melhoria no domínio da informação pode ser observado nas dimensões de velocidade e acesso.

Porquanto, em um amplo processo de atividades e operações, o tempo exigido pelos indivíduos para acessar ou coletar as informações relevantes para uma tomada de decisão ou ação foi reduzido absurdamente, enquanto o volume de informações acessíveis aumentou exponencialmente. Está claro que os avanços tecnológicos criaram novas oportunidades para uma nova distribuição do poder.

2.2. A Guerra Centrada em Rede

A despeito das considerações iniciais, esse desenvolvimento foi absorvido no campo militar. Criou-se um novo conceito que remodela as estruturas hierárquicas do comando e as infraestruturas do fluxo de comunicações e dados. O novo paradigma dispõe a organização das forças militares em redes, para a qual será orientado o ponto focal do conflito armado: criou-se, então, a doutrina da Guerra Centrada em Rede (GCR)¹⁹.

Conforme citado pelo general chinês e estrategista Sun Tzu, comentado por Thomas Clearly (2002), algumas das condições que levam a vitória são aquelas moldadas em estruturas de poder unificadas que possuem um comando único, bem como aquelas estruturas que analisam o inimigo e avaliam as dificuldades.

Alinhado às condições supracitadas, a base da GCR se opera em duas fases: a primeira visa atingir a consciência situacional compartilhada e, a segunda, fazer com que esta consciência atinja um grau elevado de sincronização, agregando em um aumento na agilidade e eficácia, com qualidade, no fluxo de comunicações e dados (ALBERTS *et al.*, 1999).

18 Citado pelo autor no sentido figurado, simbolizando a tecnologia como instrução “genética” que coordena o desenvolvimento e funcionamento da Era da Informação.

19 Em inglês, *Network-Centric Warfare (NCW)* (ALBERTS; et al., 1999).

Nesse sentido, A GCR proporciona uma interação sinérgica dos componentes do domínio da informação (físico, informacional e cognitivo), acarretando em uma vantagem em relação aos oponentes que não tenham a capacidade de operar em rede, conforme FIG. 4. Para isso, será necessário que as forças em operação estejam interconectadas nos três domínios.

2.3. Comando e Controle

O comando, em todos os níveis, é a arte de motivar e direcionar pessoas e organizações em ação para realizar missões. Também inclui a responsabilidade pela saúde, bem-estar, moral e disciplina do pessoal designado (ALBERTS *et al.*, 2003).

O controle é inerente ao comando. Controlar é administrar e dirigir forças e funções consistentes com a autoridade de comando de um comandante. O controle das forças e das funções ajuda os comandantes e as equipes a computar requisitos, alocar meios e integrar esforços. Assim, o comando da missão é o método preferido para o exercício de C2 (ALBERTS *et al.*, 2003).

Além disso, o DOD define, oficialmente, o termo conjugado *Command and Control (C2)*: “*The exercise of authority and direction by a properly designated commander over assigned and attached forces in the accomplishment of the mission*”²⁰ (USA, 2019, p. 43).

Definição muito similar à publicada no Glossário das Forças Armadas (2015c), contudo com mais abrangência. Viabiliza, ainda, a coordenação entre a emissão de ordens e diretrizes e a obtenção de informações sobre a evolução da situação e das ações desencadeadas.

Em complemento, C2 é a ciência e arte que trata do funcionamento de uma cadeia de comando. Nesta ideia, envolvem três componentes: a autoridade investida, apoiada por

²⁰ O exercício da autoridade e direção por um comandante devidamente designado sobre forças adjudicadas e anexadas no cumprimento da missão (tradução nossa).

uma infraestrutura, da qual emanam as decisões que concretizam o exercício do comando e para onde fluem as informações necessárias ao exercício do controle; a sistemática de um processo decisório que permite a formulação de ordens, estabelece o fluxo de informações e assegura métodos destinados à garantia do cumprimento pleno das ordens; e a estrutura, incluindo pessoal, equipamento, doutrina e tecnologia necessários para a autoridade acompanhar o desenvolvimento das operações (BRASIL, 2015c).

Na Marinha do Brasil (2014) o C2 é definida como uma atividade fundamental para o êxito das operações militares em todos os escalões de comando, que permeia todos os níveis de atuação das Forças Armadas, desde o tático, passando pelo operacional e chegando ao estratégico, agregando todas as atividades operacionais e de apoio. De forma sistêmica, as informações permitem ao comandante obter e manter a consciência situacional para a tomada de decisões, expedição de ordens e controle de sua ação planejada.

E mais, como entende Adriano (2009), o C2 deve ser capaz de assegurar o fluxo de informações, mitigando os efeitos dos fenômenos conhecidos como “névoa e fricção” da guerra. A névoa ocorre devido às incertezas sobre o que está ocorrendo durante a guerra e a fricção está ligada com os resultados inesperados ocasionados por fatores externos alheios às intenções dos comandantes.

De fato, o fundamento de C2 aumenta a capacidade do comandante de tomar decisões mais sólidas e oportunas. A “unidade de esforço”²¹ sobre operações complexas é possível através da execução descentralizada de planos centralizados e abrangentes. Aliadas aos avanços tecnológicos nos sistemas de informação e comunicações, a consciência situacional e compreensão dos comandantes, em diversos níveis, podem ser, sobretudo, aprimoradas (USA, 2017).

21 Tendência na gestão de cooperativas. Estado de coordenação e cooperação em direção a objetivos comuns, mesmo que os membros não sejam necessariamente parte da mesma organização. Do inglês *unity of effort*. Disponível em: <https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pams_hands/uef_solution_guide.pdf>. Acesso em: 27 mai.2019.

Sob outro ponto de vista, a despeito das vantagens do C2, Borges (2007) argumentou que há várias siglas relacionadas que ampliam as suas vertentes, servindo mais para confundir do que para esclarecer, uma vez que a essência é a mesma, quais sejam: C3 (Comando, Controle e Comunicações), C3I (Comando, Controle, Comunicações e Informações), C3I2 (Comando, Controle, Comunicações, Informações e Interoperabilidade), C4I (Comando, Controle, Comunicações, Computação e Informações), C4ISR (*Comand, Control, Communications, Computing, Information, Surveiling and Research*²²), entre outras variações.

Em outras palavras, o C2 propriamente dito é o fundamento sobre o qual o planejamento e execução das operações são desenhados. A aplicabilidade estende-se desde o tempo de paz até o tempo de guerra propriamente dita, bem como em crises regionais quanto globais. É o meio que o comandante utiliza para lidar com as incertezas do combate e para direcionar suas forças para o cumprimento da missão.

2.4. O Sistema de Comando e Controle

Não restrito somente ao campo militar, todo o processo e sistemas de C2 existem desde os primórdios, contudo a tecnologia da informação vem evoluindo. Portanto, entende-se como sistema de C2 a soma das instalações, equipamentos, comunicações, doutrina, procedimentos e pessoal essenciais para o comandante planejar, dirigir e controlar as ações de sua organização para que se atinja um fim (BRASIL, 2015c).

Como percebido, o sistema engloba a todo o processo e a estrutura. Esta envolve todo o pessoal, infraestrutura²³ e recursos que possibilitem e garantam o desempenho de

22 Comando, Controle, Comunicações, Computação, Informações, Vigilância e Reconhecimento (tradução nossa).

23 Por definição, é o conjunto de estruturas físicas de instalações, equipamentos (incluindo sensores, terminais de acesso, estruturas de transmissão de voz e dados) e sistemas de computação (incluindo bancos de dados, inteligência artificial, fusão de dados, integração de sistemas e sistemas de informação), necessários para a condução das funções de comando e controle (BRASIL, 2015c, p. 147).

funções atinentes ao C2. Ainda, refere-se ao conjunto de centros de comando e controle, subordinados a um mesmo comandante. O processo congrega todas as funções como coleta de dados, acompanhamento, para o andamento das atividades do C2.

2.5. Princípios de Comando e Controle

São os fundamentos básicos e genéricos que deverão ser observados no planejamento e na execução da atividade de C2. Dependendo da situação operacional, os comandantes poderão atribuir maior importância a alguns princípios em detrimento de outros, a saber: unidade de comando, simplicidade, segurança, flexibilidade, confiabilidade, continuidade, rapidez, amplitude e integração. Ressalta-se que esses princípios são previstos na doutrina do sistema militar de C2 do MD²⁴, sendo que, durante a análise da EMSAT a ser realizado no próximo capítulo, buscar-se-á observar quais destes princípios são mais aplicados na operação/ funcionamento da EMSAT.

Contudo, sob os preceitos da doutrina de operações combinadas estadunidense (USA, 2017), os sistemas de C2 deverão ser guiados pelos seguintes princípios: simplicidade, alcance do comando, integração e interoperabilidade. Como pode ser observado, os fundamentos são mais simplificados, sendo aqui, citada pela primeira vez, a palavra “interoperabilidade”.

Cabe ressaltar que o grau de interoperabilidade das forças militares afetará a capacidade de conduzir a GCR. Uma acentuada interoperabilidade aumentará o fluxo e a qualidade das informações, proporcionando consciência situacional compartilhada e o entendimento, em todos os níveis, da intenção do comandante.

24 BRASIL, 2015a

2.6. Ciclo e Processo de Comando e Controle

O ciclo de C2 é utilizado como ferramenta de auxílio para a concepção e a avaliação dos processos de tomada de decisão e para a busca da “paralisia psicológica” do oponente, conhecida como “paralisia estratégica” (COUTAU-BÉGARIE, 2010). Para isso, uma melhoria na tomada de decisões é um desafio crítico nos modelos conceituais e cadeias de valor a ser alcançada.

Dessa forma, o Coronel John R. Boyd²⁵ propôs um modelo de decisão estratégica, conhecido no âmbito militar como Ciclo OODA ou Ciclo de Boyd, seguindo as etapas “observação; orientação; decisão; ação”, que enfatizam as dimensões mentais e morais do conflito armado. Esse modelo dominou a análise de comando e controle militar por volta de 1975.

A partir de uma abordagem teórica bastante complexa, o Coronel Boyd recomendou aumentar a fricção sobre o inimigo, por meio de uma combinação de distintas ações com a maior rapidez, deixando-o sem ação. Deve-se, então, buscar efetuar o Ciclo OODA completo mais rapidamente que o inimigo (ALBERTS, 2011; COUTAU-BÉGARIE, 2010).

Tal ciclo no campo militar, entende-se como uma sequência na qual as ações em combate são desenvolvidas, sendo que, na primeira etapa, é percebida uma mudança no curso dos acontecimentos (observação); na segunda, é produzida uma imagem mental da nova situação (orientação); na seguinte, chega-se à decisão da conduta a ser desenvolvida (decisão); e, na última, são implementadas as ações decorrentes da decisão tomada (ação), voltando-se início para um novo ciclo.

²⁵ John Richard Boyd (1927-1997) foi um piloto de combate da Força Aérea dos Estados Unidos e consultor do Pentágono no final do século XX, cujas teorias têm sido altamente influentes nas áreas militar, esportiva, empresarial e contenciosa.

Agora, a velocidade na qual o ciclo será empregado, não será, no entanto, suficiente para garantir sua efetividade. Caso a percepção do ambiente seja falsa, inadequada ou incompleta, ou ainda, se as informações forem analisadas incorretamente, ou se as ações não corresponderem à decisão tomada, o ciclo não cumprirá seu papel, pecando, nesse caso, pela qualidade e não pela velocidade. Portanto, a percepção das informações e do ambiente torna-se mais próxima da realidade, à medida que os ciclos estejam apoiados em sistemas eficientes e, sobretudo, seguros (ALBERTS, 2011).

Conforme o pensamento de Alberts (2011), este modelo de processo de realimentação simples implica claramente uma cadeia de valor em que melhores observações (melhor qualidade de informação) levam a uma melhor percepção da situação (orientação), permitindo a tomada de melhores decisões e ações mais efetivas. Sendo assim, nesta conceituação de ciclo de C2, a existência de *feedback* é a chave do processo que corresponde ao controle do comando. As FIG. 5 e 6 representam o modelo simplificado e real do Ciclo de Boyd ou OODA, respectivamente.

Visto isso, o ciclo de C2 serve como referência para modelarem os processos de C2. A partir dele, o mapeamento dos processos que condicionam a operabilidade de uma cadeia de comando proporcionarão que o fluxo de informações se mantenha de forma adequada.

Os processos de C2, por sua vez, englobam ações como emissão de ordens, planos, diretrizes, sumários, reuniões de coordenação, controle da ação planejada, análises, aprimoramento da consciência situacional, entre outras, e deverão estar baseados em métodos, procedimentos, e vocabulários que lhes serão peculiares, envolvendo, mandatoriamente, os três componentes da atividade de C2 (a autoridade investida, a sistemática de um processo decisório e a estrutura).

2.7. Processo decisório

De acordo com o *DOD Dictionary of Military and Associated Terms* (2019), a decisão é definida como uma declaração clara e concisa, do comandante, sobre a linha de ação a ser seguida, devendo ser esta decisão aquela considerada como a mais favorável para o cumprimento da missão.

Para se alcançar a referida decisão, ainda de acordo com a referência acima, torna-se, por vezes, necessário o uso de ferramentas de apoio a decisão (*decision support templates*). Podendo ser um gráfico compilado com dados de inteligência, vigilância, reconhecimento e operações; relatórios baseados nos resultados de jogos de guerra que retratam pontos de decisão (ou centros de gravidade²⁶); cronogramas associados ao movimento das forças e do fluxo da operação; e outros itens importantes de informação necessários para executar um curso de ação.

Dada a apresentação, o processo decisório envolve, dessa forma, a obtenção de dados, a conjugação de fatores intervenientes, a aquisição e a manutenção da consciência situacional, e a decisão propriamente dita.

É um componente fundamental para o êxito das operações militares ora incluso no sistema de C2. Para isso, a busca, de modo incessante, da agilidade do fluxo de informações e da qualidade dos dados obtidos em tempo real é uma meta a ser angariada. Decisões corretas e aplicadas celeremente acarretarão em vantagem decisiva, antes que o oponente utilize as informações disponíveis para a tomada de suas decisões.

No âmbito do MD, como parte do subsistema de serviços do Sistema Militar de Comando e Controle²⁷ (SISMC2), e em conformidade com a doutrina descrita no Conceito de

26 Fonte de força, poder e resistência física ou moral que confere ao oponente (ou a própria força) a liberdade de ação para utilizar integralmente seu poder de combate (BRASIL, 2015c).

27 Conjunto de instalações, equipamentos, sistemas de informação, comunicações, doutrinas, procedimentos e pessoal essenciais ao C2, visando atender ao Preparo e ao Emprego das Forças Armadas (BRASIL, 2015b).

Operações (CONOPS) SISMC2 (2015c), os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) são ferramentas necessárias ao C2 e contribuem para a aquisição e a manutenção da consciência situacional do decisor, bem como apoiá-lo, por meio de indicadores.

Os SAD devem, também, automatizar os processos rotineiros e a disseminação de ordens, bem como pela sua topologia, incrementar a interoperabilidade entre os demais sistemas envolvidos não citados.

E ainda, quando ativada a Estrutura Militar de Defesa²⁸ (EttaMiD), por meio dos Centro de Comando e Controle (CC2) dos Comando Operacionais e das Forças Componentes adjudicadas, além dos CC2 das Forças Armadas e do MD, os seus SAD associados, por meio de uma eficiente interoperabilidade, contribuem com um papel importante de interligação dos sistemas de C2 em seus diversos níveis de decisão. A FIG. 7 apresenta a estrutura do SISMC2.

Para Adriano (2009), vislumbram-se soluções que permitam não só prover uma efetiva interoperabilidade dos sistemas aplicados, aumentando sua capacidade e o fluxo de informações tramitadas, mas agregar confiabilidade e a disponibilidade do sistema, por meio da independência de empresas e governos estrangeiros. Essa ação fomentaria, por conseguinte, a Base Industrial de Defesa (BID) e robusteceria a cadeia logística.

2.8. Sistema Naval de Comando e Controle (SISNC2)

Após apresentar o arcabouço teórico que doutrina os fundamentos do C2, é oportuno tecer breves explanações que envolvam o SISNC2. O propósito do trabalho em si deverá ser alcançado, mas o que será confirmado ou não, será a possibilidade de emprego da EMSAT em prol do SISNC2, em conformidade ao introduzido no capítulo anterior, tendo atenção com assuntos classificados como sigilosos.

²⁸ Aprovada pelo Decreto nº 7.276, de 25 de agosto de 2010, composta pelo Presidente da República; Ministro de Estado da Defesa; Conselho Militar de Defesa; Comandantes das Forças Armadas; Chefe do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas e Comandantes dos Comandos Operacionais. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7276.htm>. Acesso em: 29 mai. 2019

Em virtude do que foi mencionado, cabe definir o SISNC2 sob os mesmos preceitos do SISMC2 pela sua similaridade, porém o primeiro encontra-se situado no nível operacional, voltado para a estrutura de C2 da MB com emprego de recursos para o tráfego de informações, tendo como propósito de auxiliar o Comandante de Operações Navais (CON) ou o Comandante do Teatro de Operações (ComTO) no processo de tomada de decisão (MARINHA DO BRASIL, 2014). Mesmo que no nível operacional, o SISNC2 apoia o nível estratégico e tático em suporte às atividades de C2 (ADRIANO, 2009).

A estrutura do SISNC2 é formada por grupo de computadores conectados em rede para compartilhamento de informações, ou seja, observa-se aderência com a doutrina apresentada referente à GCR.

O sistema é permanentemente ativado tendo diversos sistemas como fonte de informações, a saber: Sistema de Apresentação Gráfica e Banco de Dados (SAGBD); Sistema Gerador de Mensagens de Informações Operacionais (INFOPE); Sistema de Apoio à Decisão Logística (SADLOG); Sistema Integrado de Radiogoniometria (SIR-II) e Sistema de Informações sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM) (MARINHA DO BRASIL, 2014).

O SISNC2 permite, também, disponibilizar informações de Inteligência Operacional²⁹ (IOp) referentes a Conhecimentos Operacionais (COp), como forças amigas ou de interesse, pontos de referência e áreas geográficas de interesse, por meio de sua comunicação com o Sistema de Inteligência Operacional da MB (SIOp-MB), conforme diagrama da FIG. 8.

E por sua vez, concebido para planejar e supervisionar as atividades de inteligência executadas pelos órgãos componentes do SIOp-MB, o Centro de inteligência

²⁹ Atividade técnico-militar especializada, com base em processo mental, exercida com a finalidade de produzir e salvaguardar conhecimentos requeridos para planejar, conduzir e sustentar operações militares no nível operacional, de forma que sejam alcançados objetivos estratégicos dentro da área de responsabilidade de um comando operacional (MARINHA DO BRASIL, 2016a)

Operacional (COp) possui o propósito de produzir e disseminar os COp necessários ao funcionamento do SISNC2 e do SISMC2.

Um fato a ser explorado no quarto capítulo será a fonte de dados utilizada para produção dos COp, podendo ser divididas, dependendo da natureza das fontes, a saber: humanas, de sinais, de imagens, acústicas e cibernéticas.

A organização do SISNC2 é composta pelo Centro de Comando do Teatro de Operações (CCTOM), como o Centro do Comando Principal, e demais Centros de Comando subordinados classificados como Secundários, Periféricos e Eventuais. Os Secundários são compostos pelo Centros de Operações da Esquadra (COE), dos Distritos Navais (CCDN), da Força de Fuzileiros da Esquadra (CCFFE) e da Diretoria de Hidrografia e Navegação (CCHN) (MARINHA DO BRASIL, 2014).

Por sua vez os Centros Periféricos são subordinados aos Secundários e criados, com autorização do Comando de Operações Navais (ComOpNav), quando for necessário para contribuir com o controle operacional e tático daqueles Centros. Os Eventuais são criados, por determinação do ComOpNav, de forma a contribuir com o incremento da consciência situacional para uma Força-Tarefa, sendo estes denominados Centro de Comando no Mar (CCMAR) e Centro de Comando em Terra (CCTER) (MARINHA DO BRASIL, 2014).

Como podemos observar a importância do SISNC2 para a MB, além de ser primordial para o trâmite de informações entre os CCTOM e os demais CC2, também reside na manutenção da compilação do quadro tático e na rápida, eficaz e segura troca de informações entre seus meios.

Conhecer o posicionamento das unidades da própria Força, neutras, amigas e, dentro do possível, das unidades inimigas é essencial para o processo de tomada de decisão, ao passo que uma eficaz e confiável interoperabilidade entre as fontes de dados e os sistemas

associados é primordial para a transmissão, execução e acompanhamento dos resultados da implementação das decisões.

Nesse contexto, com os devidos conhecimentos teóricos envolvendo o C2, será explorada a funcionalidade de monitoramento e geolocalização da EMSAT de forma a agregar valor diretamente ao SISNC2 ou por meio de outra fonte, por exemplo, o SIOp-MB.

3 MONITORAMENTO E GEOLOCALIZAÇÃO DAS COMUNICAÇÕES SATELITAIS

A idealização da EMSAT foi motivada pela necessidade da ANATEL em realizar as atividades de gestão, monitoração, controle e fiscalização de uso do espectro radioelétrico e recursos de órbita por meio de uma estação terrena de monitoração das comunicações por satélites geoestacionários, em condições plenas de operação durante e após os Grandes Eventos no Brasil, especificamente a Copa do Mundo FIFA 2014 e os Jogos Olímpicos e Paralímpicos 2016 e, não menos importante, em consolidar a expansão do setor de telecomunicação no Brasil faceada pela evolução tecnológica.

Como afirmaram Balod (2015), Brasil (2017a) e Brasil (2017b), a ANATEL se tornou a 8ª reguladora do mundo, e a 1ª no hemisfério sul, a possuir capacidade de fiscalizar e monitorar as comunicações satelitais, colocando o Brasil em um restrito grupo de Estados que possuem tal capacidade, a saber: Alemanha, Japão, Cazaquistão, EUA, Coreia do Sul, Ucrânia, China, Paquistão, Vietnã, Bielorrússia e Rússia.

A utilização dessa ferramenta poderia vir a ser aproveitada tanto no âmbito da MB quanto nas demais Forças Armadas. A sua aplicabilidade contribuiria para a segurança das comunicações, dos interesses nacionais e, com o devido grau de importância, apoiaria na fiscalização nas AJB apontando a localização de um possível infrator para a atuação dos meios da MB.

A partir deste ponto, explorar-se-ão os conceitos das comunicações satelitais e GE, bem como as características da EMSAT, e a realidade em alguns casos de *jamming* ocorridos em âmbito nacional e internacional.

3.1. Satélites Geoestacionários

Arthur C. Clarke³⁰(1917-2008) descreveu em seu artigo, em 1945, a possibilidade de cobrir as comunicações de quase todo o planeta utilizando três estações orbitais repetidoras (FIG. 9). Tal estudo foi precursor da definição conhecida hoje como sistema orbital geoestacionário. A posição na linha do Equador a qual os satélites artificiais se encontram recebe o nome de “Anel ou Cinturão de Clarke”, em sua homenagem, conforme visualizado na FIG.10.

Os satélites geoestacionários, apesar de estarem aparentemente fixos conforme explicado no capítulo introdutório, sofrem ações das forças gravitacionais do Sol, da Lua e da Terra. Assim sendo, sua órbita necessitará ser corrigida de tempos em tempos para manter-se dentro de sua área de operação. No Brasil, tal tarefa está a cargo dos Centros de Operações Espaciais (COPE)³¹, sendo um Centro sediado em Brasília – DF (principal) e outro Centro no Rio de Janeiro – RJ (secundário).

3.2. A utilidade das comunicações satelitais e as interferências

Faz-se necessário citar a vantagem das comunicações satelitais em detrimento aos demais canais de comunicação, por exemplo as comunicações de alta frequência³² (HF). Destarte, como afirmado por Cardoso (2015), as comunicações por satélite são úteis para a transmissão de voz e dados a longas distâncias. Para comparar as alternativas de uso das comunicações, utilizaremos o emprego de ondas rádio HF e o emprego de fibras óticas.

30 Escritor e inventor britânico, que foi radicado no Sri Lanka.

31 Garantirá o funcionamento, a operação e todos os serviços prestados pelo Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas, ou simplesmente SGDC. Disponível em: <<http://www.fab.mil.br/noticias/mostra/33154>>. Acesso em: 15 ju. 2019.

32 Faixa de frequência compreendida entre 3 a 30 MHz. Disponível em: <www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalRedireciona.do?codigoDocumento=314713>. Acesso em: 20 jun. 2019.

A propagação em HF é altamente dependente de condições ionosféricas e do terreno, que causam atenuações e desvanecimentos, tornando este tipo de meio pouco confiável. Com relação a utilização de fibras óticas os altos custos são diretamente proporcionais ao aumento da distância em virtude da necessidade de estabelecimento de uma maior infraestrutura.

Já as comunicações por satélite possuem a vantagem de poder operar com transmissões em *broadcast*³³, empregando banda larga, com ampla área de cobertura e com relativa independência de barreiras naturais. Porém, o que importa registrar é que as comunicações satelitais possibilitam transmissões em áreas sem infraestrutura implementada e em regiões marítimas.

Ainda conforme explicado por Cardoso (2015), para garantir essas vantagens, um sistema de comunicações por satélite funciona como um retransmissor. Por exemplo, um navio, que deseja se comunicar com uma estação terrena, codifica e modula a sua mensagem, transmitindo o sinal para o satélite por um enlace ascendente (*uplink*). Este último, por sua vez, processará e amplificará o sinal, alterando sua frequência para realizar a transmissão para uma outra estação de terra por meio de um enlace descendente (*downlink*).

A partir da análise apresentada é possível concluir-se que o emprego das comunicações satelitais atende os princípios de C2 tais como a confiabilidade, rapidez, amplitude e integração.

Sobre outro viés, as interferências permanecem sendo um grande problema no ramo das comunicações satelitais. Na sua grande maioria as interferências não são intencionais (acidentais). No entanto, tais interferências custam às indústrias utilizadoras das comunicações via satélites em termos de dinheiro e reputação, tornando-as em elementos vitais a serem combatidos (SATELLITE..., 2017). Em face desse cenário, o uso do *jamming*

33 Transmissão de uma unidade para vários receptores, como no caso de rádio comerciais.

manifesta-se no intuito de inviabilizar todo o satélite e gerar prejuízos financeiros ou até políticos.

No caso de uma transmissão de TV paga, como no exemplo citado por Balod (2015), uma empresa de radiodifusão poderá perder muito sua credibilidade e sofrer penalidades financeiras. Por outro lado, no setor de defesa, se as informações vitais não forem transmitidas e/ou recebida pela pessoa ou pelo CC2 em tempo hábil, explorando, dessa forma, o componente fundamental da “agilidade” no Ciclo OODA em um processo decisório, conforme mencionado no capítulo anterior, consequências graves em um conflito armado poderão ocorrer.

Ademais, tem sido amplamente reconhecido que é necessário manter as interferências não intencionais sob controle. As comunicações por satélites, em geral, são confiáveis, mas, em contrapartida, o rápido crescimento do número de serviços e das interferências, sejam elas não intencionais ou *jamming*, se tornaram assuntos em pauta a serem gerenciados e contidos. Idealmente, com boas ferramentas, cooperação na indústria e boas práticas de gerenciamento das interferências, o crescimento destas deverá ser minimizado ou, na melhor das hipóteses, deverá começar a cair (SATELLITE..., 2017).

Uma vez que não é possível a eliminação de todas as interferências maliciosas, se faz necessário administrá-las, mantendo, para isso, uma relação sinal-ruído dentro de limites aceitáveis para cada canal observado. Ainda, como alternativa, alterar o tráfego de dados do satélite interferido para outro satélite ou, ainda, mudar a frequência de *downlink* ou *uplink* não mitigaria este problema.

A origem dos *jamming* podem ser, inclusive, de regiões externas ao território afetado, por exemplo, do mar. Desta forma, para melhor apontamento deste estudo, o tipo de interferência a ser explorado, o *jamming*, é definida como uma interferência intencional que, quando confirmada, manifesta o uso malicioso inviabilizando o uso de um canal, de um

transponder ou, até mesmo, de todo o satélite. Pode-se, assim dizer, que o *jamming* é o segmento da Guerra Eletrônica (GE) voltada às comunicações satelitais (BALOD, 2015).

Além disso, baseado no Ciclo OODA, prega-se, além da importância da rapidez da sua execução, o processo cognitivo de orientação, de modo a afetar negativamente o mesmo processo do oponente fazendo o uso do *jamming* sobre as comunicações satelitais. Isso sinaliza uma possibilidade de obtenção de conhecimentos sobre o processo do oponente ou uma desorientação do processo. Assim, como concluído por Cardoso (2015), tal ciclo se desenvolve sobre sistemas de comunicação que, em grande parte, empregam o espectro eletromagnético, logo, no campo de atuação da GE, a ser ampliado no próximo tópico.

3.3. Guerra Eletrônica nas comunicações satelitais

Doutrinariamente, a GE é definida como

Conjunto de ações que visam explorar as emissões do inimigo, em toda a faixa do espectro eletromagnético, com a finalidade de conhecer a sua ordem de batalha, intenções e capacidades, e, também, utilizar medidas adequadas para negar o uso efetivo dos seus sistemas, enquanto se protege e utiliza, com eficácia, os próprios sistemas (BRASIL, 2015c, p.135).

Ao buscar o conhecimento do oponente por meio da GE, as informações coletadas servirão como fonte de dados para produção de COp, lembrando, do capítulo anterior, que as fontes poderão ser de diferentes tipos, como por exemplo, fonte de sinais.

Utilizando o conceito de explorar as emissões do inimigo, em toda a faixa do espectro eletromagnético, encontram-se as seguintes vertentes do ramo da GE: Medida de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE) e Inteligência de Sinal (INTSAL).

Tais ramos são definidos da seguinte forma pelo Glossário das Forças Armadas (2015c): MAGE engloba todas as ações para a busca de interceptação, localização, monitoração, avaliação, análise, correlação e registro dos sinais irradiados pelos contatos de

interesse ou oponentes, com a finalidade de explorá-los em apoio às operações militares. Já a INTSAL é o ramo que se resume ao conjunto de atividades que conduz à obtenção e ao processamento sistemático de informações sobre a capacidade de guerra eletrônica (CGE) dos oponentes ou contatos de interesse, de forma a permitir o dimensionamento exato e proteção de sua própria capacidade, uma efetiva avaliação de sua adequabilidade e a obtenção dos dados para sua reformulação.

Como visto acima, visando a adequabilidade ao objeto do presente estudo, a análise destas duas vertentes será realizada no âmbito das comunicações, mais precisamente a MAGE de comunicações (MAGE-COM) e uma parcela da INTSAL relacionada às comunicações, a Inteligência de Comunicações (INTCOM) (BRASIL, 2015c).

As MAGE-COM e a INTCOM se iniciam com uma busca no espectro eletromagnético. Uma vez identificado um sinal de interesse, este começa a ser monitorado e, posteriormente, analisado e localizado, sendo o COp produzido posteriormente registrado.

Mais uma vez, ao se balizar pelo Ciclo OODA, deve ser considerado que, como um sensor, a MAGE-COM e a INTSAL se baseiam na fase de observação do ciclo. Ao permitir monitorar as comunicações, é possível iniciar o nosso ciclo antes que o do oponente acabe, agilizando o processo decisório (CARDOSO, 2015). Chama-se a atenção quanto à análise da localização (INTCOM) e ao monitoramento (MAGE-COM), pois estes são procedimentos a serem conduzidos pela EMSAT, utilizando o SGDC³⁴ ou qualquer outro satélite estrangeiro geoestacionário, com direito de exploração pela ANATEL (BRASIL, 2017a).

³⁴ Construído pela empresa *Thales Alenia Space* para o Brasil com investimento da ordem de R\$ 2,7 bilhões (dois bilhões e setecentos milhões de reais) (DEFESANET, 2017).

3.4. Estação Terrena de Monitoração de Satélites (EMSAT)

Para uma breve introdução sobre o satélite geostacionário nacional e o seu uso pela EMSAT, cabe registrar que no dia 04 de maio de 2017, com sucesso, ocorreu o lançamento do SGDC, na base de Kourou, na Guiana Francesa. O satélite possibilita o acesso à internet banda larga, além de expandir a capacidade operacional das Forças Armadas podendo operar com transmissões em *broadcast* com ampla área de cobertura em todo o território brasileiro exercendo, dessa forma, uma função dual, atendendo os interesses nacionais e soberania na área das comunicações (DEFESANET, 2017).

Por conseguinte, de acordo com Ribeiro (2017) o Brasil perderá, paulatinamente, a dependência dos satélites de telecomunicações geostacionários Star One, da empresa multinacional Embratel Star One. “Vamos democratizar o fenômeno digital em nosso país, já que a banda larga vai atingir todos os recantos. É um grande momento para o Estado brasileiro”, celebrou o ex-presidente Michel Temer (DEFESANET, 2017).

Uma das particularidades da EMSAT (FIG. 11) quanto a sua criação é o fato de a mesma estar localizada no sítio da Estação Rádio da Marinha no Rio de Janeiro (ERMJR) (BRASIL, 2017a). Em virtude disso, a ANATEL disponibilizará para a MB o compartilhamento dos recursos para geolocalização de contatos de interesse ou a obtenção de COP, se necessários, uma vez que esta estação permanecerá disponível para controle da ANATEL de forma contínua e efetiva.

Avaliações técnicas foram realizadas previamente em outros estados, tendo sido escolhido o estado do Rio de Janeiro, em função da localização das operadoras, dos centros de controle de satélites, avaliação de cobertura de satélites e compartilhamento de recursos. O projeto de construção foi executado pela empresa *Alcatel-Lucent* em aproximadamente sete

meses, com um investimento da ordem de R\$ 15 milhões (quinze milhões de reais) (BRASIL, 2017a).

Os três propósitos principais da EMSAT são: atender aos grandes eventos internacionais no Brasil (exemplos ocorridos, Copa do Mundo FIFA 2014 e Jogos Olímpicos e Paralímpicos de 2016), proporcionar um legado ao Brasil com uma nova ferramenta de gestão de espectro e órbita de satélites, além de realizar uma cooperação internacional com a União Internacional de Telecomunicações (UIT)³⁵ para o uso eficiente do espectro eletromagnético e órbita internacional, com a capacidade de combater interferências. (BRASIL, 2017a).

Assim, torna-se cada vez mais atrativa a utilização de tal recurso para o monitoramento de atividades que envolvam a fiscalização, além do monitoramento dos meios de comunicação nas áreas da Amazônia Azul®.

Cabe ressaltar que o foco da EMSAT são os satélites geostacionários, estando a mesma licenciada para monitorar a banda em UHF³⁶ e as faixas de micro-ondas (comunicações sateleltaís) nas bandas L³⁷, S³⁸, C³⁹, X⁴⁰, Ku⁴¹ e Ka⁴², porém, atualmente, a mesma encontra-se pronta somente para efetuar medidas nas bandas C, Ku e Ka. Entretanto, a estação não monitora o conteúdo (mensagens) das transmissões, mas a ocupação espectral do sinal.

A estação, ainda, é constituída de sete antenas (FIG. 12), todas utilizadas para a monitoração, sendo dois pares utilizados para a geolocalização, um par na banda C e outro na

35 Agência do Sistema das ONU dedicada a temas relacionados às Telecomunicações e às Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/agencia/uit>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

36 *Ultra High Frequency* – 300 MHz a 3 GHz. Disponível em: <www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalRedireciona.do?codigoDocumento=314713>. Acesso em: 20 jun. 2019.

37 1 a 2 GHz (FAROOQUI, 2008).

38 2 a 4 GHz (FAROOQUI, 2008).

39 4 a 8 GHz (FAROOQUI, 2008).

40 8 a 12,5 GHz. Comunicação satelital de uso militar (FAROOQUI, 2008).

41 12,5 a 18 GHz (FAROOQUI, 2008).

42 26,5 a 40 GHz (FAROOQUI, 2008).

banda Ku. Além disso, a cooperação internacional no processo de radiomonitoração espacial é de grande valia para a gestão do espectro e órbita de maneira eficiente, sendo a EMSAT um recurso oportuno para a projeção estratégica do Brasil no contexto internacional (BRASIL, 2017b).

Em função da EMSAT ser uma estação de monitoração, esta opera apenas na recepção dos sinais. Assim, para que ocorra a monitoração e localização de um contato de interesse, faz-se necessário que esse contato realize pelo menos uma transmissão satelital para que possa ser detectado e a EMSAT precisa estar dentro do arco orbital de cobertura (*footprint*⁴³) junto com a região de interesse (BRASIL, 2017b). A FIG. 13 apresenta, como exemplo, o *footprint* do satélite geostacionário Star One C1, Banda C, sobre a América do Sul e a FIG. 14 moldura os satélites geostacionários autorizados no Brasil.

Assim, pode-se deduzir que se esse contato de interesse permanecer em silêncio eletrônico durante toda a sua permanência ou passagem pelas AJB, o contato não será detectado, a não ser que um navio ou aeronave militar, em atividade de PATNAV, esteja passando pelas suas proximidades. A FIG. 15 sintetiza as ações realizadas pela EMSAT, mediante o atendimento de premissas técnicas, ora omitidas nesse estudo, para geolocalização de uma fonte interferente ou hostil.

Ressalta-se, ainda, que a observação de sucessivas transmissões satelitais em um mesmo ponto ou região, poderá significar a presença de um contato de interesse parado ou deslocando-se lentamente, havendo indícios de atividades de pesca ou de pesquisa, cabendo, nesse caso, uma investigação “*in-loco*”.

Dentre as capacidades da EMSAT, podemos citar o fornecimento de informações de IOp como citado no capítulo anterior, tais como a identificação da presença de um contato de interesse, por meio da detecção de suas transmissões satelitais e a geolocalização dessa

43 Área de um satélite de comunicação onde seus *transponders* oferecem cobertura, e determina o diâmetro da antena parabólica necessária para receber o sinal de cada *transponder*.

fonte emissora, similar as atribuições das MAGE-COM e INTCOM. Isto poderá contribuir, significativamente, para o cumprimento da missão da MB, principalmente no que se refere as suas atribuições subsidiárias previstas em lei, otimizando, dessa forma, o emprego dos meios navais, utilizados nessas atividades e reduzindo o tempo de busca, identificação e interceptação dos contatos de interesse, fomentando, de sobremaneira, o SIOp-MB como fonte de sinais e alimentando os CC2 do SISNC2.

Sua infraestrutura é bastante flexível, permitindo ampliação para monitorar outras faixas de frequências como por exemplo a banda X, utilizada nas comunicações militares, o que permitirá o seu emprego em benefício das Operações Conjuntas, conduzidas pelo MD e, até mesmo, das Operações Combinadas. Para isso, torna-se necessário aquisição de mais um par de antenas que opere na banda desejada.

Quanto a confiabilidade, se faz necessário que a EMSAT seja melhor analisada uma vez que existem erros de geolocalização ocasionados pela complexidade em seus procedimentos (FIG 16). Existem muitas fontes de erro no processo que precisam ser consideradas: deslocamento de frequência e tempo do sinal, efeitos de propagação do sinal, erros de medições na EMSAT e erros efemérides de satélite (BRASIL, 2017a).

3.5. Casos reais de interferências deliberadas

Em uma busca em fontes abertas de estudos de casos sobre interferências intencionais, puderam ser encontradas diversas ocorrências no Brasil e no exterior.

A primeira ocorrência observada, foi registrada pela Polícia Rodoviária Federal do Piauí, em 2015, na cidade de Teresina, onde um caminhoneiro utilizou um rádio clandestino. De acordo com inspetor da ANATEL local, o equipamento interceptava sinais de satélites de bases militares dos EUA e foi usado por criminosos para se comunicarem sem serem escutados pela fiscalização daquela Agência. Esse tipo específico de aparelho, como afirmou

o inspetor local, foi utilizado durante a Guerra do Golfo (1990-1991) na comunicação entre navios e, tornou-se ilegal em face de sua grande potência, permitindo o estabelecimento de comunicações em qualquer lugar do mundo sem fiscalização (COSTA; ARAÚJO, 2015).

No âmbito internacional, precisamente no Irã, embora os canais de TV de língua persa estejam, periodicamente, sujeitos a interferência desde 2003, o Ministro da Tecnologia da Informação e das Comunicações, daquele Estado, afirmou que equipamentos para monitorar os sinais de *jamming* foram instalados na cidade de *Shiraz* e em várias outras cidades do Irã. As interferências deliberadas em satélites atingiu um ápice após os protestos generalizados contra a reeleição do presidente *Mahmud Ahmadinejad* em 2009 (RADIO FARDA, 2018).

Entre os anos de 2010 e 2012, um grande aumento de *jamming* no Oriente Médio foi observado. Segundo a operadora de frotas de satélites comerciais, sediada em Paris, *Eutelsat Communications*, registraram-se 340 casos nos primeiros 10 meses de 2012, um aumento triplo no total desde 2009. Ainda, obteve sucesso em rastrear tais sinais de *jamming*, identificando que 90% destes se tratavam de sinais hostis contra o Irã e a Síria (FOY, 2013).

Diante desse cenário, a *Eutelsat Communications* lançou em 2015 o satélite EUTELSAT 8 West B com função experimental de mitigação de interferência de canal de TV (BERGIN, 2015). O satélite geoestacionário encontra-se posicionado sobre o Oriente Médio e Norte da África, onde a *Eutelsat* sofreu interferências deliberadas em seus satélites por terceiros para impedir a recepção de diversos canais, incluindo o canal BBC. A função anti-interferência aumentará a barreira de segurança do sinal, aumentando o controle sobre as frequências de enlace ascendente (*uplink*) para o satélite, tal medida é um dos métodos para mitigar as interferências deliberadas (FOY, 2013).

Para corroborar com os estudos de casos supracitados, em 2019, o então *Director de National Intelligence* (DNI)⁴⁴ dos EUA, Sr. Daniel R. Coats (1943-), informou ao Comitê de Inteligência do Senado estadunidense sobre a expansão de armas contra os serviços espaciais dos EUA e aliados, como consta no *Worldwide Threat Assessment of the US Intelligence Community*:

*We assess that commercial space services will continue to expand; countries — including US adversaries and strategic competitors — will become more reliant on space services for civil and military needs, and China and Russia will field new counterspace weapons intended to target US and allied space capabilities*⁴⁵ (COATS, 2019, p.16).

Em um cenário de grande demanda por esse valorizado serviço, são necessários planejamento e coordenação para o uso mais eficiente desta tecnologia. Surge assim a necessidade de monitorar e fiscalizar a qualidade dos serviços e recursos (órbita, equipamentos e mão de obra) empregados. A UIT é um exemplo de colaboração cujo objetivo é estabelecer um padrão internacional de qualidade e disponibilidade desses serviços.

44 Diretor de Inteligência Nacional (tradução nossa)

45 Avaliamos que os serviços comerciais espaciais continuarão a se expandir; Estados – incluindo adversários americanos e concorrentes estratégicos – tornar-se-ão mais dependentes de serviços espaciais para as necessidades civis e militares, e a China e a Rússia lançarão novas armas “contraespaciais” destinadas a atingir as capacidades espaciais dos EUA e dos aliados (tradução nossa).

4 O AUMENTO DO USO DE COMUNICAÇÕES SATELITAIS E O EMPREGO DA EMSAT NAS AJB.

A princípio, com a finalidade de balizar essa análise, uma pesquisa foi efetuada pela *Satellite Industry Association* (SIA) (2019) a qual mostrou um aumento de 3% na receita global da indústria de satélites de 2017 para 2018. Nesse mesmo relatório, evidenciou-se um crescimento nos mercados de banda larga e móvel, em valor agregado, variando de 3% a 12%, mesmo com uma redução de 1,7% nos mercados de TV por satélite e locação de *transponders*. Por consequência, será defendido o argumento introduzido no estudo: o aumento no uso das comunicações satelitais é evidente.

Para isso, no transcurso deste capítulo, serão sinalizados os pontos relevantes do relatório de detecções das RRGAF de 2016, emitido pelo CGEM, desenvolvendo argumentos sobre o comportamento do uso das comunicações pelos navios e embarcações nas AJB e os demais COp produzidos, referente ao período de 2010-2015, e o caso real de monitoramento e geolocalização feita pela EMSAT de maneira a endossar ou refutar a aplicabilidade do uso das ferramentas daquela Estação em prol da MB.

4.1. O uso das comunicações em HF e satelitais na AJB no período de 2010-2015

O relatório utilizado como base de pesquisa deste estudo possui o propósito de apresentar ao ComOpNav e os DN os COp produzidos nas AJB. Para isso, têm sido empregadas variadas fontes de informação que têm a atribuição de correlacionar as detecções oriundas da RRGAF com a atividade pesqueira, por exemplo. Nesse intuito, geram-se COp úteis para o planejamento e a consecução de atividades de PATNAV (MARINHA DO BRASIL, 2016a).

Analisando os dados realçados neste relatório⁴⁶, permitiu-se, dessa maneira, a identificação das características e procedimentos de comunicações, frequências e periodicidade das transmissões adotadas pelos pesqueiros (objeto de pesquisa do CGEM), em atuação na AJB, utilizando como fonte de sinais os sistemas de *high-frequency direction finding* (HF/DF) da MB como base de pesquisa.

Todas as análises realizadas e COp produzidos partiram de uma base de dados e histórico de detecções da RRGAF entre os anos de 2010 a 2015. Cabe mencionar algumas ponderações de modo a abreviar o estudo: foi considerado que há uma probabilidade de que algumas detecções não tenham sido obtidas em razão de características dos equipamentos, condições atmosféricas ou mesmo por razões cognitivas impostas ao operador quando da identificação das emissões de interesse entre tantas outras que ocorrem – gerando elipses de incerteza com mais de 200 MN de erro –, tampouco foram analisados pelo autor os números coletados com a finalidade de visualizar uma tendência sazonal mês a mês, tendo sido analisado somente o mês de junho, conforme será justificado no decorrer do capítulo (MARINHA DO BRASIL, 2016a).

Segundo a Marinha do Brasil (2016a), o conjunto total de dados disponíveis⁴⁷ neste período foi dividido em cinco tipos de contatos: navios de guerra, barcos de pesca, navios de pesquisa e outros tipos de navio incluindo embarcações não identificadas. Da distribuição estatística dos contatos entre os tipos citados, em torno de 31,13% das interceptações, de 2010 a 2015, foram referentes a barcos de pesca, conforme visualizado na FIG 17.

Conforme as instruções constantes na Marinha do Brasil (2010), os contatos de interesse deste relatório são os barcos de pesca estrangeiros na ZEE brasileira. Logo, tendo

46 Marinha do Brasil (2016a) trata, além de seu propósito citado, das estatísticas de utilização das comunicações em HF nas AJB. Contudo, através da análise dos dados obtidos, no período amostral de 2010-2015, a interpretação deste autor para se chegar a afirmação da hipótese será de caráter dedutivo.

47 11.884 dados globais disponíveis.

como montante a detecção das comunicações em HF das embarcações pesqueiras, cerca de 29,8% ocorreram dentro da ZEE.

Ampliando mais os dados acima, das nacionalidades identificadas no espaço amostral do montante, 99,45% da massa de contatos correspondem a embarcações de bandeira japonesa (FIG. 18). Ainda, complementando esta estatística de detecções na ZEE, foram interceptados navios de bandeira da Rússia, Uruguai e Coreia do Sul.

Por outro lado, a análise dos dados globais, separados por ano e por tipo de contato, indicam grandes oscilações anuais, destacando-se o ano de 2011 que houve um aumento notável de comunicações em HF, principalmente pelas embarcações pesqueiras japonesas. Porém, importa esclarecer que, em média, nos demais anos, observou-se uma queda nas detecções de todos os tipos de contato (MARINHA DO BRASIL, 2016a).

Muitas são as possíveis causas para essa queda global, como afirmado pela Marinha do Brasil (2016a), entretanto como elas aconteceram para todos os tipos de embarcações analisados, pode-se creditá-las à mudança de *modus operandi* dos navios, principalmente das embarcações pesqueiras, que diminuiram o emprego de comunicação em HF passando a adotar a telefonia satelital.

A FIG. 19 apresenta a quantidade de detecções globais anuais totais e por tipo, onde se pode notar uma queda, em média. E mais, como apresentado na FIG. 20, ao analisar os dados referentes aos números detectados dentro da ZEE pode-se evidenciar uma queda destes de 2011 até 2015, referenciando esta amostra às embarcações pesqueiras.

Por outro enfoque, torna-se necessária uma análise espacial. Como apresentada na FIG. 21, o propósito será alcançado ao visualizar a distribuição das detecções (*plots*) sobre as AJB.

As molduras temporais selecionadas são as dos meses de junho de 2010 a 2015, em virtude do evento do solstício de inverno⁴⁸ no hemisfério sul, período no qual se evidencia o fenômeno de aumento do fluxo migratório de peixes para as proximidades do continente e, por consequência, um maior número de pescadores na ZEE (MARINHA DO BRASIL, 2016a). A plotagem da FIG. 21 demarca as áreas de responsabilidade SAR dos DN, o limite da ZEE, as áreas de PATNAV, e os dados separados por anos.

Isso posto, é notório, com base nesta distribuição espacial, em mais um fato, uma queda nas detecções observadas pelas quantidades de pontos ano a ano, levando a uma conclusão parcial do aumento do uso de telefones satelitais pelas embarcações pesqueiras como alternativa de comunicações.

Outrossim, aproveitando dos dados informados pela Marinha do Brasil (2016a) como exemplo prático, pode-se notar uma produção útil de COP a ser utilizado pelo SIOp-MB, ou até mesmo dados que serviram como subsídios para o emprego da EMSAT em caso de uma busca de um contato de interesse em uma área determinada.

Assim, como exemplo da afirmação acima, para demonstração da consecução do planejamento das atividades de PATNAV e emprego da EMSAT, este relatório mostrou uma maior concentração de detecções na área do Comando do 3º Distrito Naval (Com3ºDN), com uma segunda aglomeração na região do Comando do 5º Distrito Naval (Com5ºDN), e ainda, uma leve concentração de *plots* nas redondezas da Ilha da Trindade, com detecções esparsas na costa leste/ sudeste e na parte nordeste até o estado do Maranhão.

4.2. Aplicabilidade e emprego da EMSAT

Dentre as aplicações da EMSAT salientam-se a mitigação de interferências prejudiciais em comunicações via satélite por meio de geolocalização das fontes emissoras

48 Fenômeno da astronomia que marca o início do inverno.

que venham a prejudicar, entre outros, os sistemas de controle de espaço aéreo via satélites, radiomonitoração automatizada, detecção proativa, identificação e geolocalização de emissões não autorizadas ou com irregularidade técnica (BRASIL, 2017a).

Quando um sinal é transmitido para um satélite, alguma quantidade de sinal, ainda que de baixa potência, é transmitida para os satélites próximos. A potência transmitida para cada satélite próximo diminui com o aumento da distância em relação ao satélite primário ou visado. Esse processo é usado para realizar a geolocalização.

Conforme explicado no Brasil (2017a) e no capítulo anterior, para se iniciar o processo de geolocalização basta uma fonte interferente transmitir um sinal não autorizado ao satélite afetado. O lóbulo lateral da transmissão da antena da fonte interferente é transmitido para satélites adjacentes. O sinal interferente é mostrado nos dois *links* de satélites distintos em duas estações de monitoramento representando a EMSAT na FIG. 22. Ademais, foram omitidas as premissas técnicas necessárias para a realização da geolocalização, pois para o presente estudo importa conhecer as possibilidades e características da EMSAT para o desenvolvimento da análise.

Nesse cenário, com a disposição de justificar a aplicabilidade da EMSAT no SISNC2, serão demonstrados, em síntese, casos reais de geolocalização efetuados pela EMSAT como estudos de caso.

O primeiro estudo de caso se refere a uma interferência real afetando o satélite geostacionário B4, banda C, operado pela empresa Embratel Star One, ocorrido em dezembro de 2015. De acordo com os registros no Brasil (2017a) e representados na FIG. 23, após longa interação, que durou até março de 2016, entre a Embratel Star One e o Centro de Lançamento de Alcântara da Força Aérea Brasileira (FAB), no estado do Maranhão, além da participação da EMSAT por meio do uso da ferramenta de geolocalização, foi constatado que o sinal interferente era transmitido, de fato, da base de Alcântara. O sistema da EMSAT

apresentou um erro de aproximadamente 2 km do local, permitindo a identificação da fonte de interferência e a solução do mesmo.

O segundo estudo de caso ocorrido em 2016, com o apoio da ERMJR, tinha o desafio de geolocalizar, em caráter de exercício para os operadores da EMSAT, o Navio Hospitalar Dr. Montenegro, da MB, operando na banda Ku e sediado no Comando do 9º Distrito Naval (Com9ºDN). Novamente, como base dos registros no Brasil (2017a) e representados na FIG. 24, os dados de operação do *transponder* instalado no navio foram passados à EMSAT pela ERMJR, dentre elas, as frequências de *downlink* e *uplink*. No final do processo, a EMSAT localizou o navio na região amazônica, com um erro de aproximadamente de 23 km.

O terceiro estudo de caso ocorreu durante os Jogos Olímpicos e Paralímpicos no ano de 2016, conforme registrado no Brasil (2017b) e na FIG. 25, o qual a EMSAT detectou proativamente uma interferência, afetando o satélite geostacionário C1, banda C, operado pela empresa Embratel Star One. Esta interferência foi oriunda de uma estação terrena de transmissão de TV por satélite, localizada no estado da Bahia, causado por um defeito no transmissor desta estação de TV. O desafio foi encontrar a fonte interferente apresentando uma banda estreita com frequência variando e impactando 8 MHz de faixa. Todo o processo de geolocalização por meio da EMSAT durou cerca de oito horas e não foi informado o valor do erro de localização.

Com esses estudos de caso, sabendo dos erros intrínsecos de geolocalização decorrentes das condições atmosféricas e humanas, podemos projetar um possível emprego da EMSAT em benefício da realização da PATNAV, por meio do monitoramento e geolocalização, como elemento suplementar de uma fiscalização ou ao planejamento, de modo a suprir as necessidades das baixas detecções realizadas pelas RRGAF.

Sendo assim, o emprego de meios em PATNAV poderia ser efetuado de maneira otimizada, ao serem previamente identificadas áreas nas AJB, com subsídios do SIOp-MB, onde estão localizadas embarcações nacionais ou estrangeiras realizando atividades de pesca ou pesquisas ilegais na ZEE, ou ainda, incorrendo possíveis interferências deliberadas em satélites de interesse.

5 CONCLUSÃO

Em face das inovações tecnológicas nos sistemas de C2 e do rápido crescimento das comunicações satelitais disponíveis, representadas principalmente pelas comunicações nas bandas X e Ku, o Comandante terá disponível, em tempo real, informações em rede, que estarão presentes e compartilhadas entre outros CC2, sendo utilizadas e realimentadas nos diversos níveis de decisão e escalões de comando. Nesse cenário utópico da GCR, é inserido o domínio da informação, incluindo os seus componentes físico, informacional e cognitivo, como o principal produto do processo de tomada de decisão.

Assim, analisando as novas abordagens, pode-se observar que os sistemas de C2 mais modernos permitem que as fases do Ciclo OODA sejam executadas mais rapidamente e de forma mais segura, com maior quantidade e qualidade de informações, tornando o processo decisório mais eficiente.

Diante disso, foi oportuno ressaltar a importância do SISNC2 para a MB, no nível operacional, além de concluir que o cerne dos princípios de C2 se sobressaem em toda a sua organização como ferramenta de auxílio ao comando, uma vez alinhado à doutrina da GCR, no que também reside na manutenção da compilação do quadro tático e na rápida, eficaz e segura troca de informações entre seus meios denotando uma confiável interoperabilidade. E mais, garantindo a soberania nacional, o controle e o monitoramento das AJB, faz o SISNC2 ter sua participação na contribuição no nível estratégico.

Da mesma forma, os princípios de C2, em sua maioria, são efetivamente atendidos no pleno emprego da EMSAT e das comunicações satelitais, pela simplicidade dos recursos utilizados, pela segurança durante as operações, uma vez que são segregados a rede externa, pela flexibilidade em função do monitoramento e geolocalização das bandas de frequência

licenciadas e pela amplitude devido à variedade de satélites geostacionários que podem ser explorados pela EMSAT para o procedimento de geolocalização.

Observa-se que a tecnologia e ferramentas empregadas na EMSAT, pela ANATEL, encontram-se no estado da arte em monitoração de satélites e geolocalização de fontes, sendo um recurso pronto, moderno e disponível para ser utilizado em atividades de interesse da segurança nacional. Sua infraestrutura permite uma ampliação para o monitoramento de outras faixas de frequências, como por exemplo a banda X, utilizada nas comunicações militares, o que permitirá o seu emprego em benefício dos meios navais, e por conseguinte, ao SISNC2.

Além disso, pode ser analisada a possibilidade de evitar que os contatos de interesse, aqui representados pelas embarcações pesqueiras e outros tipos de navios de bandeiras internacionais, explorem recursos vivos e não vivos da nossa Amazônia Azul® sem a devida autorização. Neste aspecto, a EMSAT pode contribuir para a garantia do cumprimento das atribuições subsidiárias da MB e, conseqüentemente, para o aumento da consciência situacional.

Ademais, pela ideia apresentada, uma questão que talvez requer atenção futura é se este uso da EMSAT, agora no âmbito do SISMC2, contribuirá para as Operações Conjuntas ou Combinadas, nos níveis estratégicos e operacionais, por meio da interoperabilidade entre os Centros de C2 das Forças Singulares.

Sendo assim, fruto do desenvolvimento do estudo, ao analisar o emprego da EMSAT no âmbito do SISNC2, a potencialidade e recursos da ferramenta de monitoramento e de geolocalização de fontes interferentes nas comunicações satelitais demonstrou, de sobremaneira, elevar a capacidade de GE do SISNC2 e agregar valor, através de uma interoperabilidade, como uma ferramenta suplementar e útil para a tomada de decisão do

comando, uma vez que foi percebida uma queda nas detecções de comunicações em HF por parte das embarcações na ZEE brasileira e o aumento estatístico do uso de telefones satelitais.

Contudo, em razão da possibilidade do contato de interesse permanecer em silêncio eletrônico, ou seja, sem o uso das comunicações satelitais, inviabilizando, dessa forma o emprego da EMSAT, e os erros intrínsecos ao sistema para o processo de geolocalização, o princípio da agilidade do C2 não foi atendido. Por essa análise, a EMSAT não se tornou uma ferramenta essencial, e sim necessária.

Em virtude do que foi mencionado, o fornecimento de informações de IOp pela EMSAT, tais como a detecção da presença de fontes maliciosas na ZEE, também contribuiu, significativamente, na otimização do emprego dos meios navais, reduzindo o tempo de busca, identificação e interceptação destas fontes e por tabela, no incremento do SIOp-MB como fonte de sinais alimentando o SISNC2.

Por fim, a EMSAT pode contribuir para suprir a carência de COp no SISNC2 gerados pela RRGAF, porém operando em conjunto a ela, para futuros planejamentos de PATNAV por parte dos DN e para assessoria aos decisores no nível operacional.

REFERÊNCIAS

ADRIANO, Marcelo da Silva. **Comando e Controle**: sua importância para a guerra moderna e para uma força-tarefa no mar. 2009. 42 f. Monografia (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) - Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2009. 1 CD-ROM.

ALBERTS, David. S. **The agility advantage**: a survival guide for complex enterprises and endeavors. Washington, D.C.: Department of Defense. Command and Control Research Program, 2011. 615 p.

ALBERTS, David S.; GARSTKA, John J.; STEIN, Frederick P. **Network centric warfare**: developing and leveraging information superiority. 2. ed. Washington, D.C.: National Defense University Press, 1999. 284 p.

ALBERTS, David S.; HAYES, Richard E. **Understanding Command and Control**. United States: Department of Defense. Command and Control Research Program, 2006. 222 p.

ALBERTS, David S.; HAYES, Richard E.; STENBIT, John. **Power to the edge**: command... control... in the information age. United States: Department of Defense. Command and Control Research Program, 2003. 259 p.

BALOD, Yanes Checcacci. Monitoração de satélites geoestacionários: ampliando a capacidade de guerra eletrônica. **Revista Passadiço**, Rio de Janeiro, ano 28, n. 35, 2015, p. 20-24.

BARBOSA JUNIOR, Ilques; MORE, Rodrigo Fernandes (org.). **Amazônia Azul**: política, estratégia e direito para o oceano do Brasil. Rio de Janeiro: FEMAR, 2012.

BERGIN, Chris. Ariane 5 conducts dual launch of Eutelsat 8 West B and Intelsat 34. **NASA spaceflight.com**, 20 ago. 2015. Disponível em: <https://www.nasaspaceflight.com/2015/08/ariane-5-dual-launch-eutelsat-8-west-b-intelsat-34/>. Acesso em: 19 jun. 2019.

BORGES, Gilvan Alves. **Sistema de comando e controle para a Amazônia Azul**: adequabilidade, exequibilidade e aceitabilidade da integração de diversos sistemas independentes e possíveis alternativas. 2007. 56 f. Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) - Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2007. 1 CD-ROM.

BRASIL. ANATEL. **Apresentação EMSAT - CGTEC**. Rio de Janeiro, 2017a. 46 slides, color. 1 CD-ROM. Entregue em: 03 set. 2018.

BRASIL. ANATEL. **Semana de engenharia**: radiomonitoração e geolocalização de estações em rede de satélite geoestacionário. Rio de Janeiro. 2017b. 51 slides, color. 1 CD-ROM. Entregue em: 03 mai. 2019.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD31-M-03**: doutrina para o sistema militar de comando e controle. 3. ed. Brasília, DF, 2015a.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD31-S-02**: conceito de operações do sistema militar de comando e controle (CONOPS SISMC2). Brasília, DF, 2015b.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD35-G-01**: glossário das Forças Armadas. 5. ed. Brasília, DF, 2015c.

CARDOSO, Caio Germano. **As vulnerabilidades das redes de comando e controle baseadas em comunicações por satélite**. 2015. 51 f. Monografia (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2015. 1 CD-ROM.

CLARKE, Arthur C. **Extra-terrestrial relays: can rocket stations give world-wide radio coverage?** *Wireless World*, p. 305-308. oct. 1945. Disponível em: https://lakdiva.org/clarke/1945ww/1945ww_oct_305-308.html. Acesso em: 6 jun. 2019.

COATS, Daniel R. Statement for the record: worldwide threat assessment of the US intelligence community. **Homeland Security Digital Library**, 29 jan. 2019. Disponível em: <https://www.dni.gov/files/ODNI/documents/2019-ATA-SFR---SSCI.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2019.

COSTA, Catarina; ARAÚJO, Gilcilene. PRF prende caminhoneiro com rádio que intercepta satélite americano: flagrante ocorreu nesta terça-feira (5) numa abordagem em Teresina. O condutor do veículo foi encaminhado para a Polícia Federal. **G1 Piauí**, Teresina, 5 maio 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2015/05/prf-prende-caminhoneiro-com-radio-que-intercepta-satelite-americano-no-pi.html>. Acesso em: 18 jun. 2019.

COUTAU-BÉGARIE, Hervé. **Tratado de estratégia**. Tradução Reginaldo Gomes Garcia dos Reis *et al.* Rio de Janeiro: Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha, 2010. 410p. Original francês.

DEFESANET. **SGDC-lançado com sucesso**: lançado satélite brasileiro que vai assegurar as comunicações militares e acabar com apartheid digital. Brasília, DF, 5 maio. 2017. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/space/noticia/25634/SGDC---Lancado-com-Sucesso/>. Acesso em: 6 jun. 2019.

FAROOQUI, M. Adeel. **Frequency bands in satellite communication**. 23 dez. 2008. Disponível em: <https://www.slideshare.net/waqas1234/satellite-bands-presentation>. Acesso em: 20 jun. 2019.

FOY, Hubert. Eutelsat adopts anti-jamming tech in upcoming satellite. **Space safety Magazine**, 21 feb. 2013. Disponível em: <http://www.spacesafetymagazine.com/aerospace-engineering/cyber-security/europes-eutelsat-adopts-technology-deliberate-jamming-channel-signals-upcoming-satellite/>. Acesso em: 19 jun. 2019.

FRANÇA, Júnia Lessa; VASCONCELLOS, Ana Cristina de. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. 8.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2009. 258p.

MAHAN, A.T. **The influence of sea power upon history: 1660-1783**. New York: Dover, 1987.

MARINHA DO BRASIL. Centro de Guerra Eletrônica da Marinha. **Relatório de conhecimentos operacionais sobre a pesca na Zona Econômica Exclusiva do Brasil**. Anexo do Ofício 21/2016. 22 fev. 2016a. 1 CD-ROM. Reservado.

MARINHA DO BRASIL. Comando de Operações Navais. **As atividades de inteligência operacional desenvolvidas no Comando de Operações Navais**. Rio de Janeiro, 2019. 43 slides, color. 1 CD-ROM. Reservado. Apresentado em 21 mai. 2019.

MARINHA DO BRASIL. Comando de Operações Navais. **ComOpNavInst nº 21-04A**: rede de radiogoniometria de alta frequência (RRGAF). Rio de Janeiro, 2010. 1 CD-ROM. Reservado.

MARINHA DO BRASIL. Comando de Operações Navais. **ComOpNavInst nº 32-01B**: normas para a troca de informações no sistema naval de comando e controle. Rio de Janeiro, 2014. Reservado.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA 135**: manual de direito internacional aplicado às operações navais. 2. rev. Brasília, DF, 2017a.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA 305**: doutrina militar naval. Brasília, DF, 2017b.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA 353**: manual de inteligência da Marinha. Brasília, DF, 2016 b. v.3. Reservado.

RADIO FARDA. **IRAN'S Jamming Of Foreign TV Signals Harmful To People's Health**. 14 jul. 2018. Disponível em: <https://en.radiofarda.com/a/iran-staellite-jamming-health/29364815.html>. Acesso em: 18 jun. 2019.

RIBEIRO, Rodrigo Bastos. **Os Satélites geostacionários nas comunicações militares brasileiras**. 2017. 46 f. Dissertação (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) - Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2017. 1 CD-ROM.

SATELLITE INDUSTRY ASSOCIATION - SIA. **State of the satellite industry**: 22 nd. State of the Satellite Industry Report. 2019. 22 nd. ed. Washington D.C, 8 may 2019. Disponível em: <https://www.sia.org/wp-content/uploads/2019/05/2019-SSIR-2-Page-20190507.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2019.

SATELLITE interference: special focus. **Satellite Interference**: interference remains a major problem within the satellite sector today, and it's not going away any time soon. Most interference is unintentional, which can make it extremely difficult to overcome. However, interference costs the industry in terms of both money and reputation, rendering it a vital area of focus. may/june 2017. Disponível em: <http://www.satelliteevolutiongroup.com/articles/InterferenceSpecial-2017.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

TZU, Sun; CLEARY, Thomas. **A arte da guerra**: os documentos perdidos. 8. ed. Tradução Luiz Carlos do Nascimento Silva. Rio de Janeiro: Record, 2002. 158 p.

UNITED STATES OF AMERICA (USA). Department of the Navy. **Doctrine for the Armed Forces of the United States**. Washington DC: The Joint Staff, 12 jul. 2017. 176p. Joint Publication 1.

UNITED STATES OF AMERICA (USA). Department of the Navy. Office of the Chairman of the Joint Chiefs of Staff. **DOD Dictionary of military and associated terms**. Washington DC: The Joint Staff, april 2019. 384 p.

ANEXO

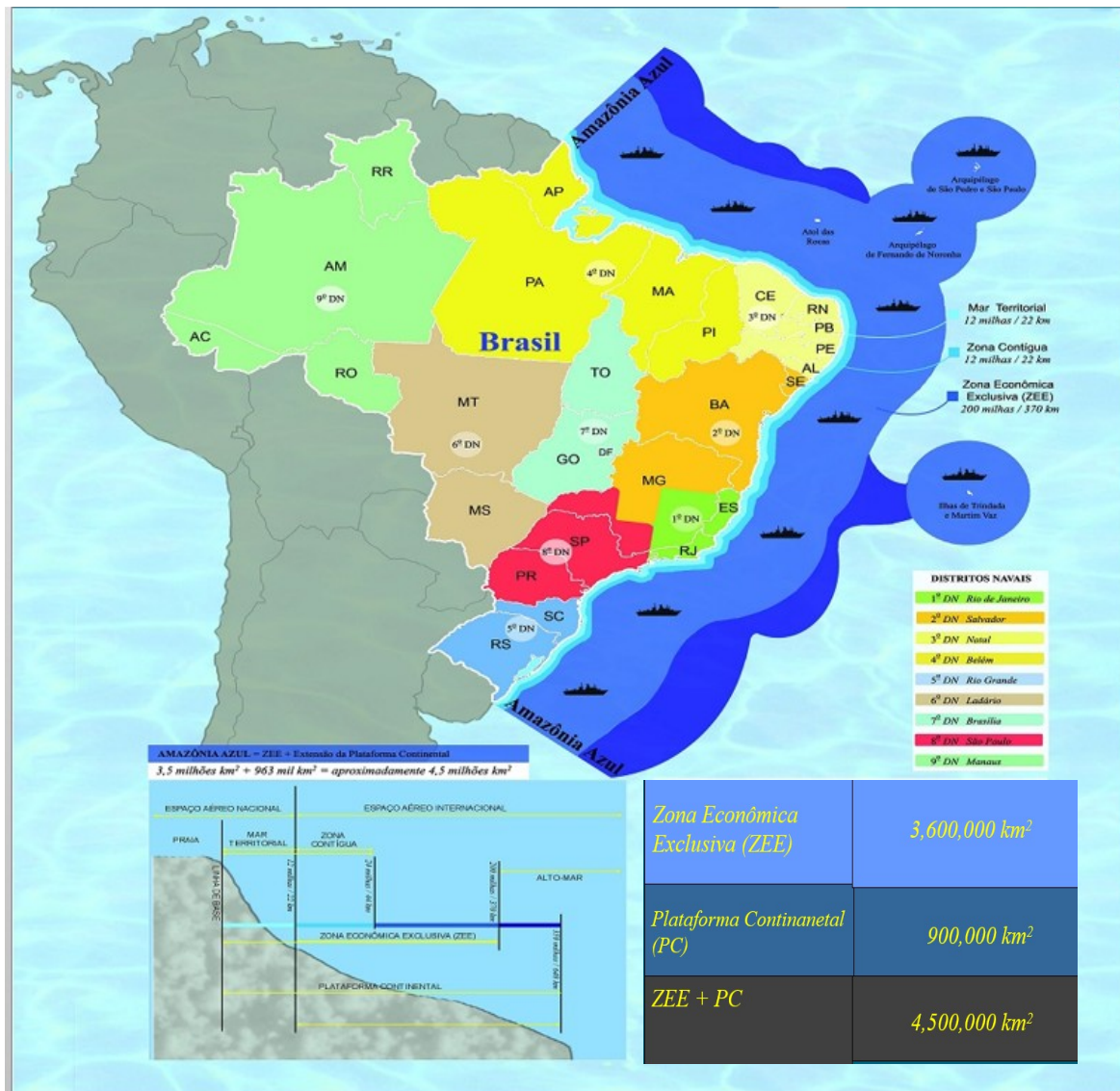


FIGURA 1 – A Amazônia Azul®

Fonte: <http://www.planobrazil.com/2018/02/24/amazonia-azul>. Acesso em: 25 mai. 2019. (Houve acréscimo da tabela na ilustração para fins didáticos).

'Águas jurisdicionais'

Brasil reivindica a expansão do território nacional no Oceano Atlântico

Tipos de espaço marinho definidos pela Convenção da ONU sobre Direito do Mar

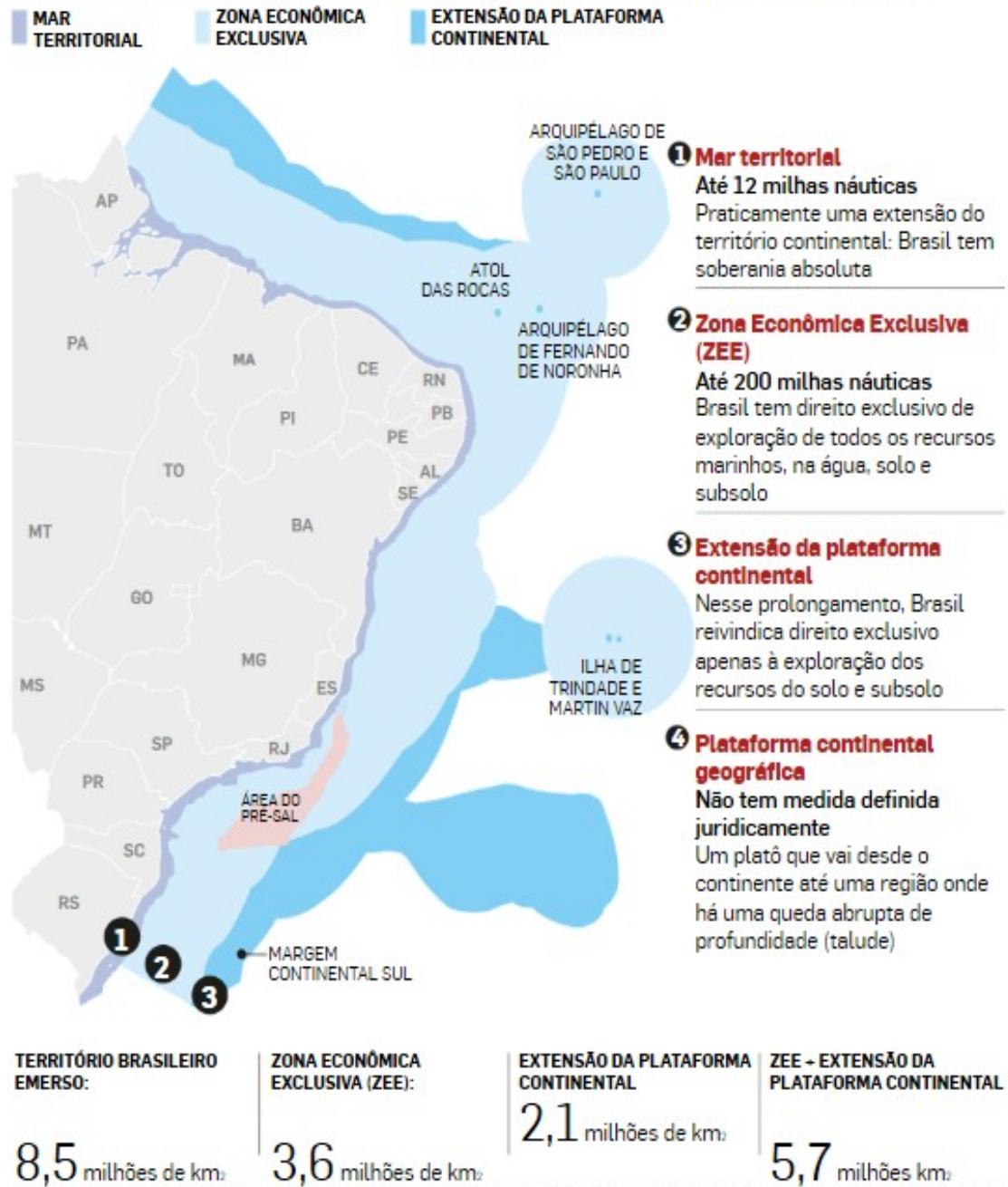


FIGURA 2 – A Amazônia Azul® com a inclusão da Elevação do Rio Grande

Fonte: <https://politica.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-quer-ampliar-em-58-sua-area-maritima,70002844787>. Acesso em: 28 mai. 2019.

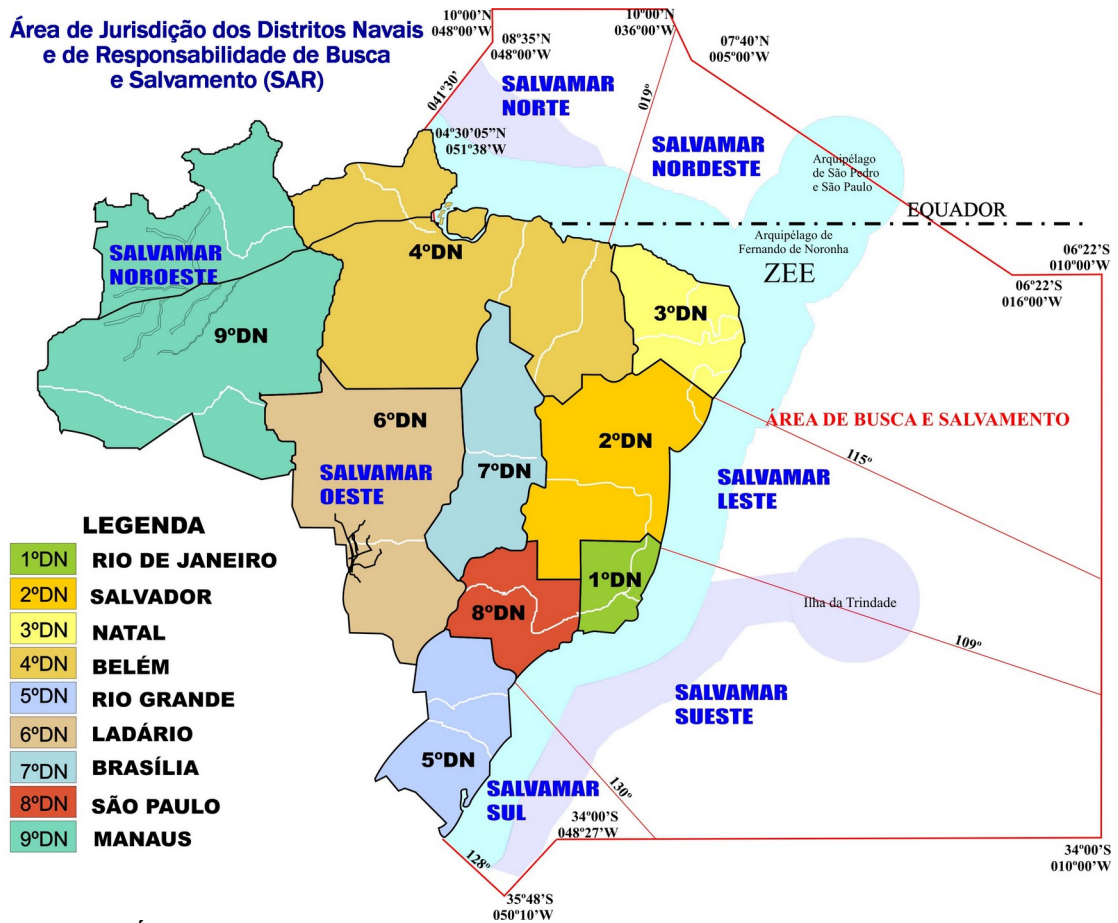


FIGURA 3 – Área e sub-regiões SAR

Fonte: https://geopoliticaopetroleo.wordpress.com/geopolitica-do-atlantico-sul/sar_grande.

Acesso em: 25 mai. 2019

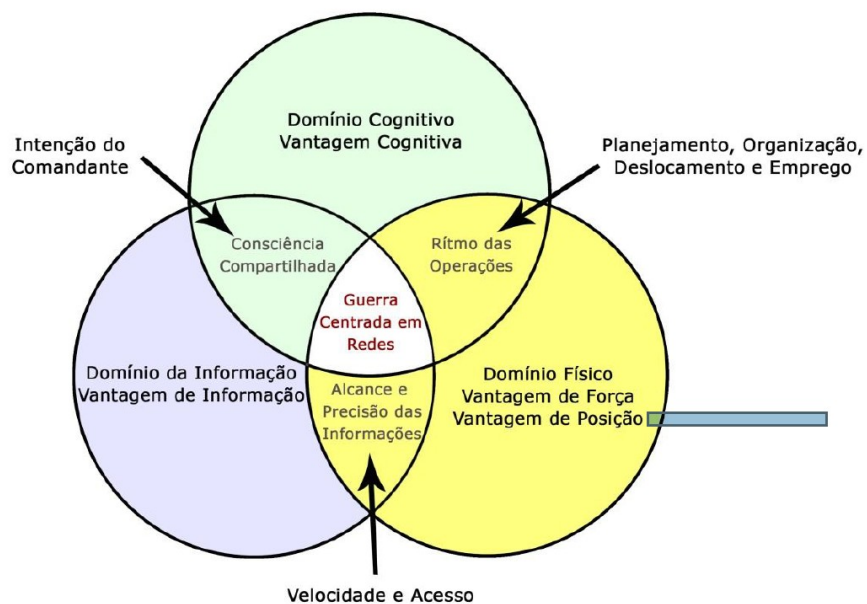


FIGURA 4 – Domínios do GCR

Fonte: BRASIL, 2015a, p. 42.

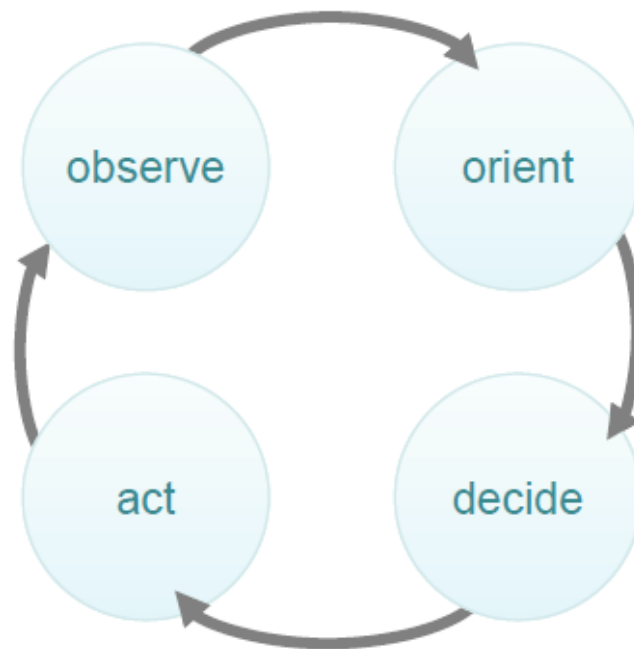


FIGURA 5 – Modelo simplificado do Ciclo OODA ou Boyd
Fonte: ALBERTS, 2011, p. 112.

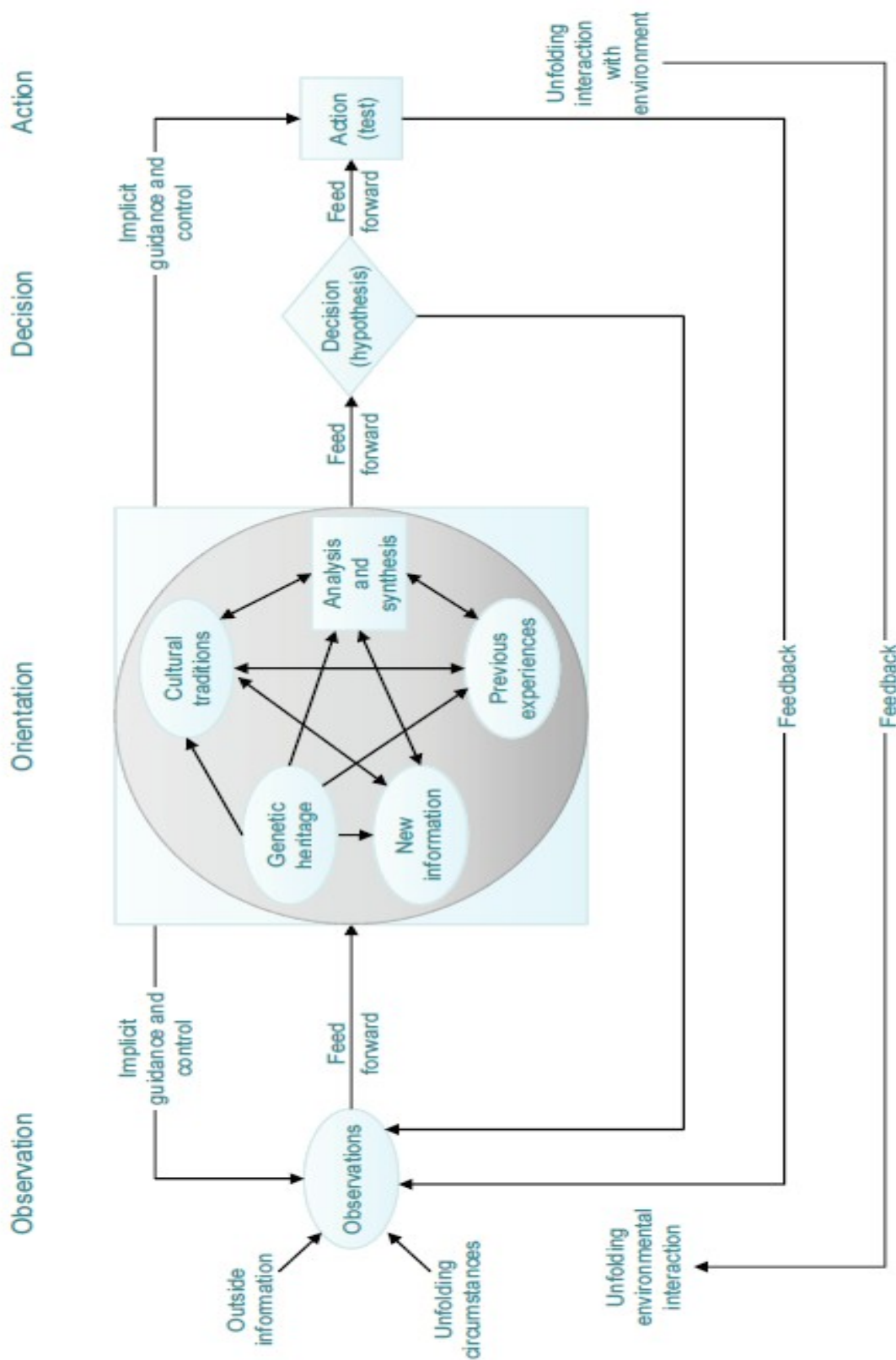


FIGURA 6 – Modelo real do Ciclo OODA ou Boyd
 Fonte: ALBERTS, 2011, p. 114.

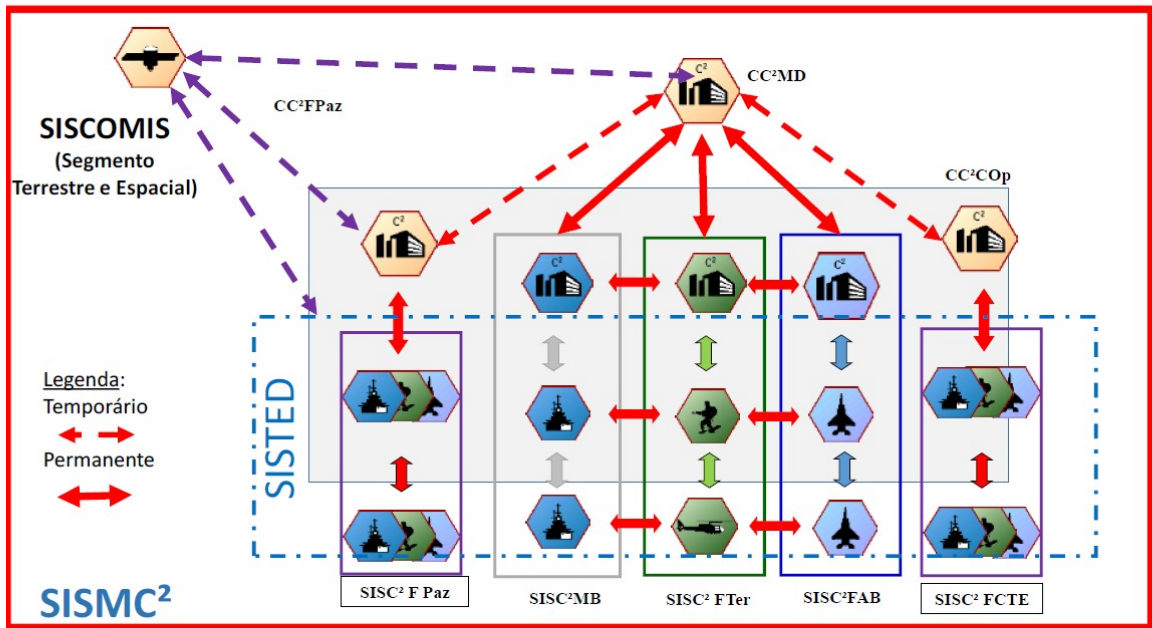


FIGURA 7 – Estrutura do SISMC2 em apoio ao EttaMiD
 Fonte: BRASIL, 2015b, p. 23.

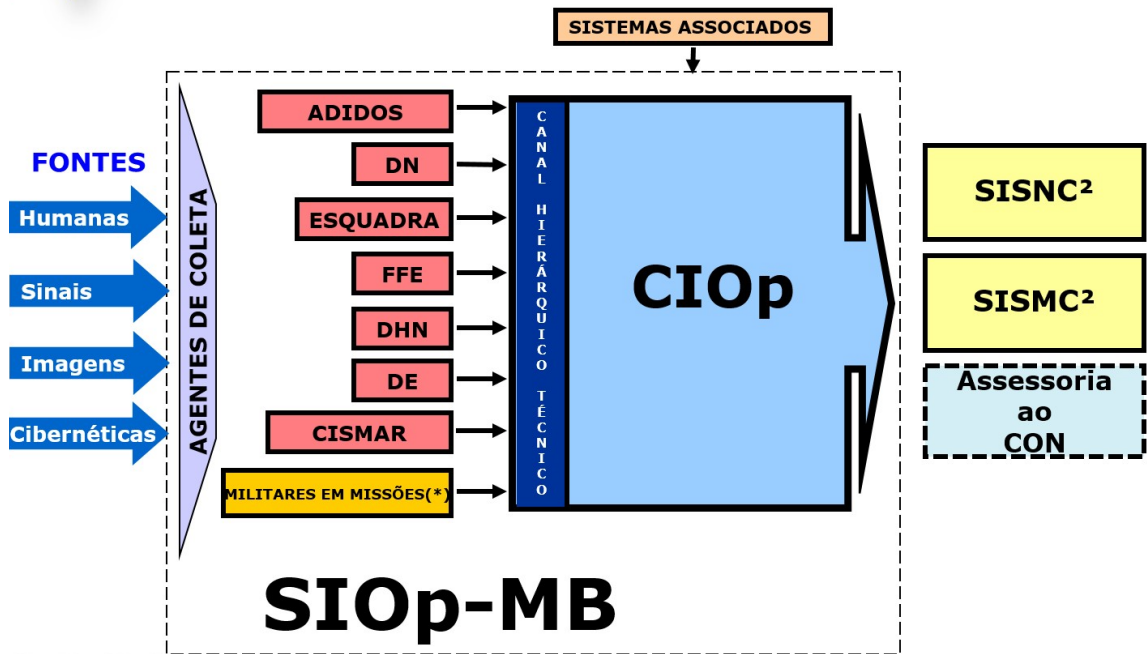


FIGURA 8 – Estrutura do SIOp-MB
 Fonte: MARINHA DO BRASIL, 2019, s. 19.

30 E -- Africa and Europe.
 150 E -- China and Oceania.
 90 W -- The Americas.

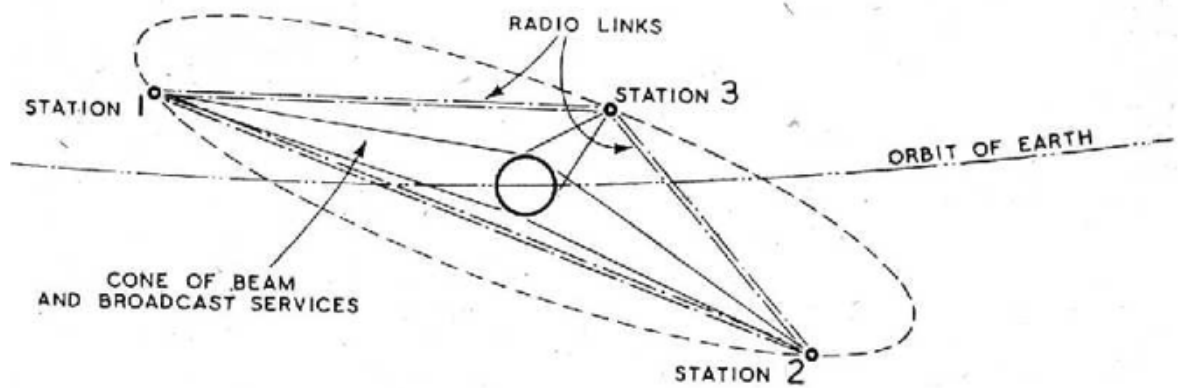


FIGURA 9 – Três estações de satélites assegurariam cobertura completa do globo.
 Fonte: CLARKE, 1945



FIGURA 10 – Disposição dos satélites no Cinturão de Clarke.
 Fonte: BRASIL, 2017b, s. 9.



FIGURA 11 – Estação Terrena de Monitoração de Satélites
Fonte: BRASIL, 2017b.

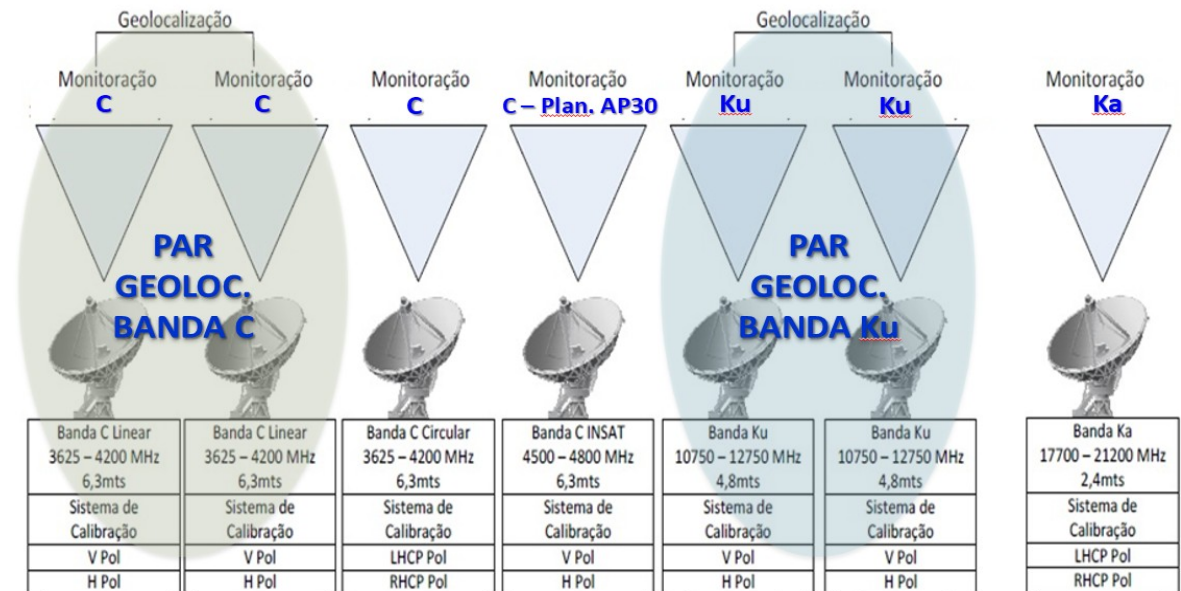


FIGURA 12 – Antenas utilizadas pela EMSAT.
Fonte: BRASIL, 2017b, s. 11

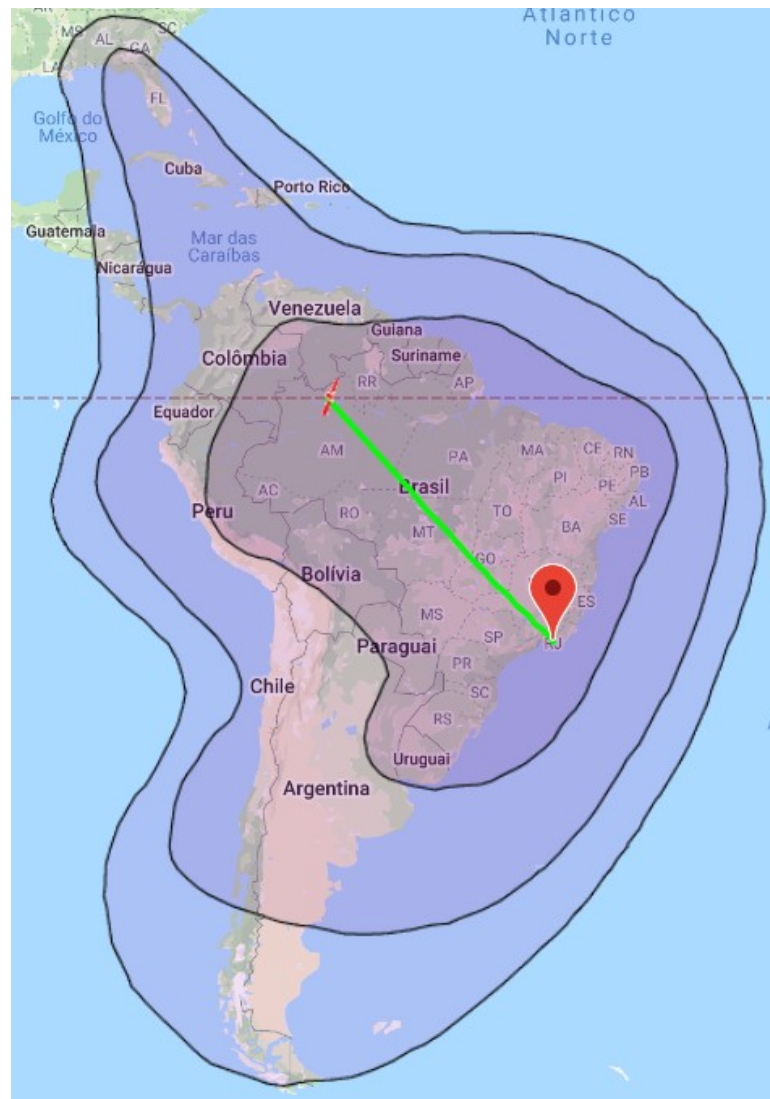


FIGURA 13 – *Footprint* do satélite geostacionário *Star One C1*, Banda C, sobre a América do Sul.

Fonte: <https://www.satbeams.com/footprints>. Acesso em: 18 jun. 2019

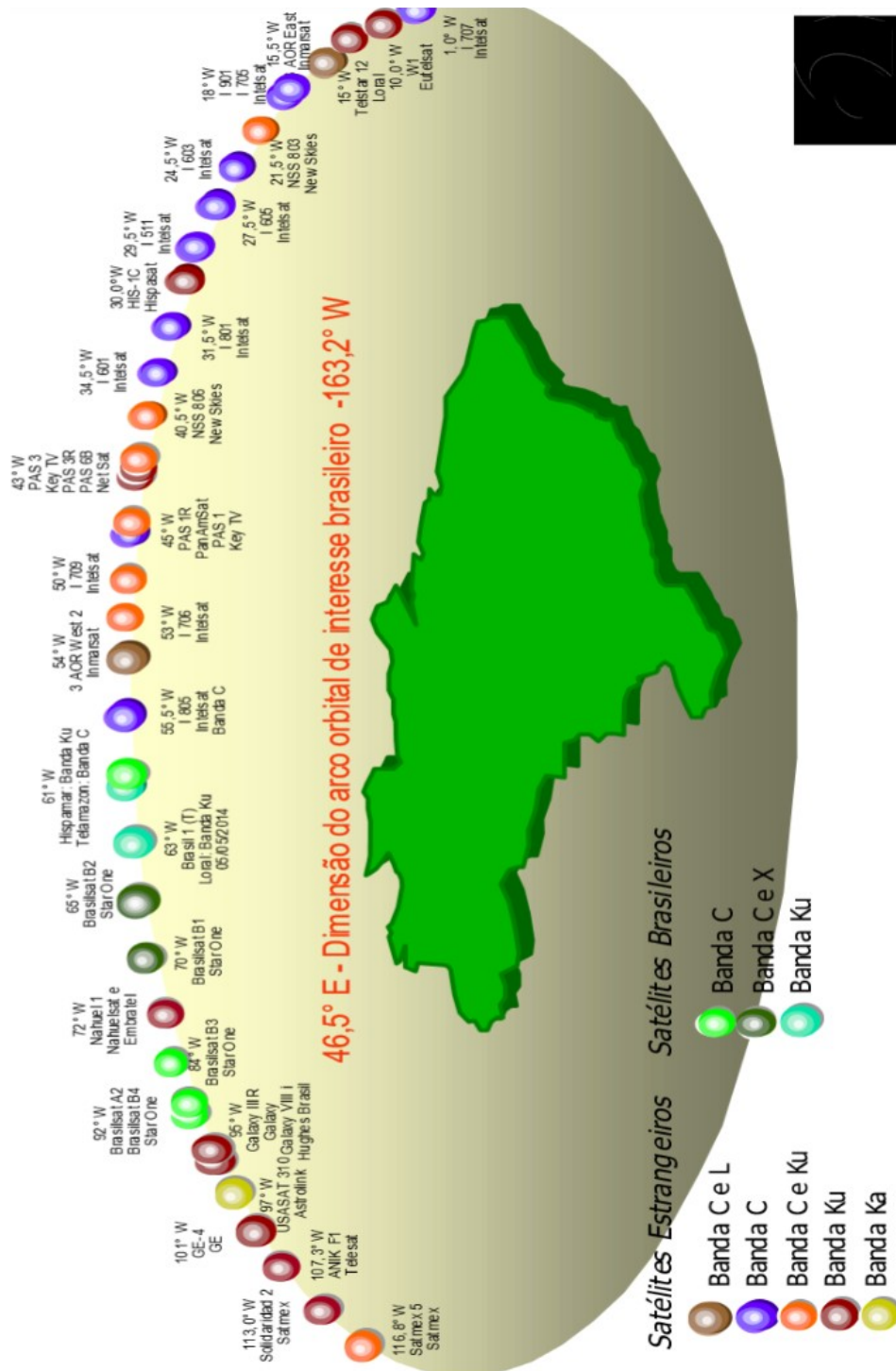


FIGURA 14 – Satélites Geoestacionários autorizados no Brasil

Fonte: www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalRedireciona.do?codigoDocumento=34353.

Acesso em: 20 jun. 2019.

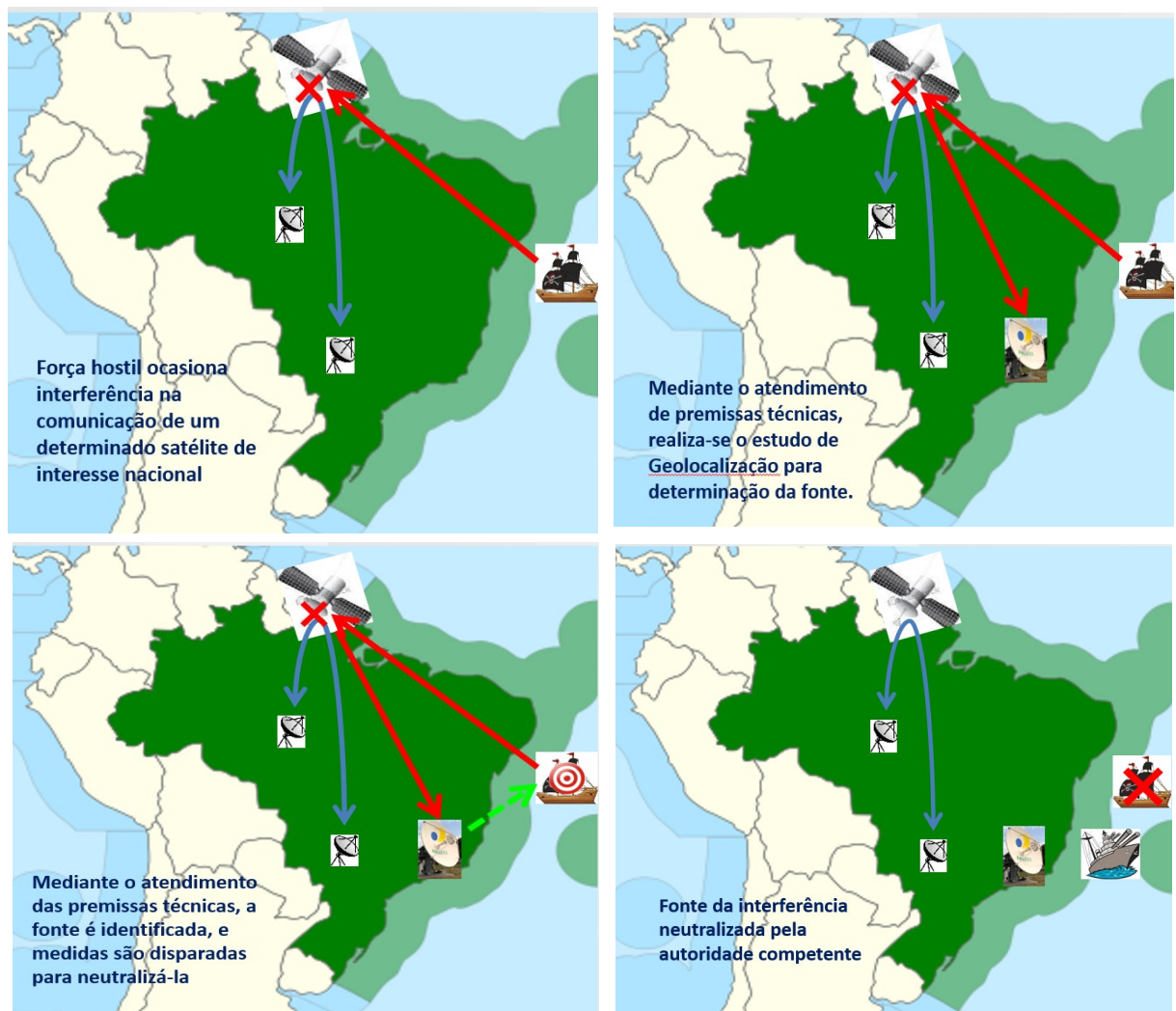


FIGURA 15 – Ações realizadas durante geolocalização de fonte interferente ou hostil.
 Fonte: BRASIL, 2017b, s. 32-35.

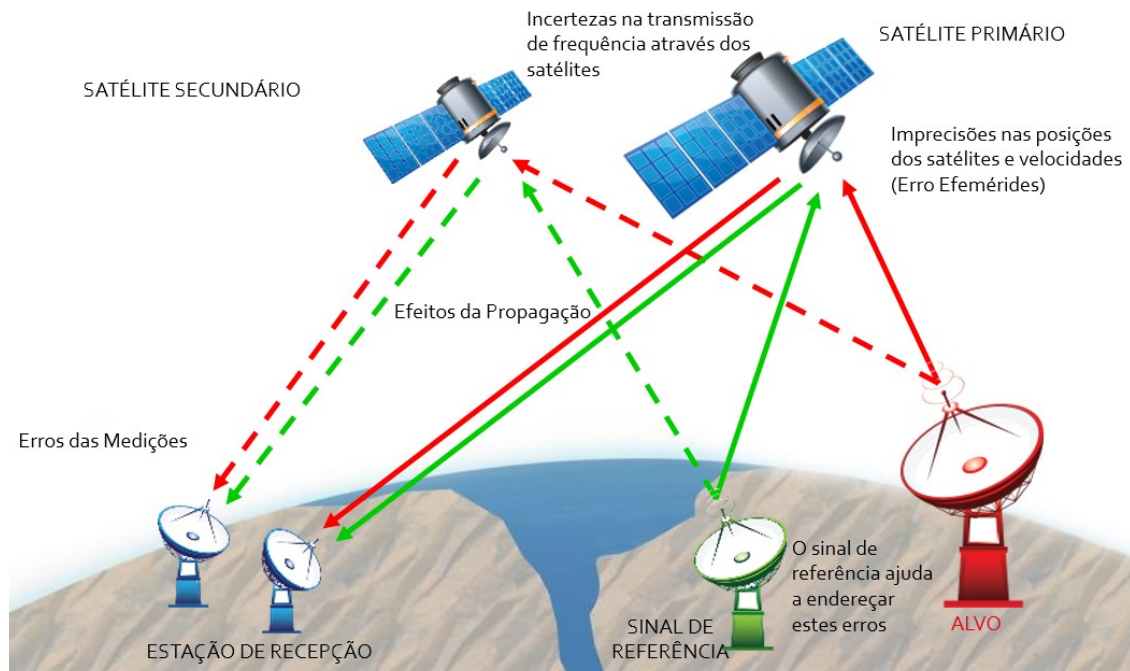


FIGURA 16 – Erros de geolocalização
 Fonte: BRASIL, 2017a, s. 19.

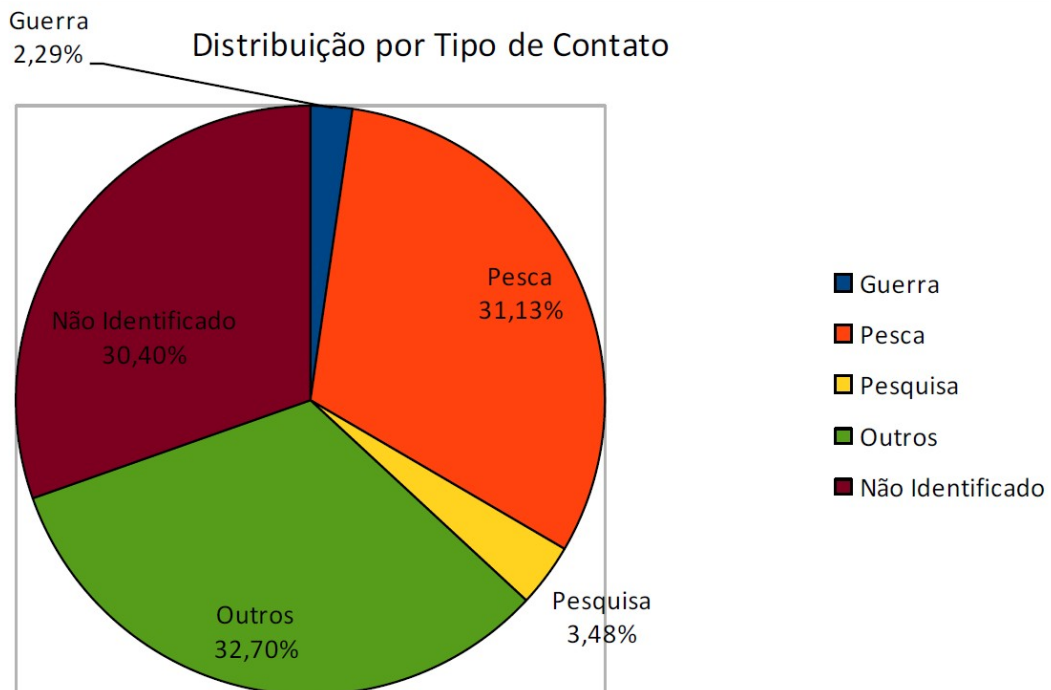


FIGURA 17 – Distribuição Percentual por Tipos de Contato no período de 2010-2015.
 Fonte: MARINHA DO BRASIL, 2016a, p. 3.

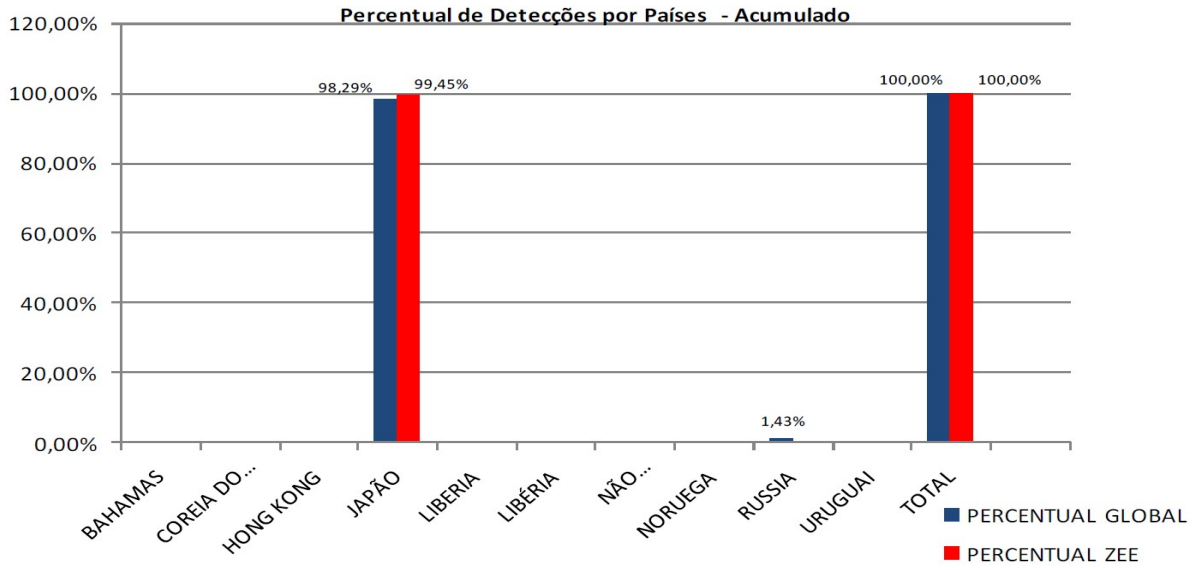


FIGURA 18 – Histograma Acumulado da Distribuição percentual por países das detecções de pesqueiros.

Fonte: MARINHA DO BRASIL, 2016a, p. 4.

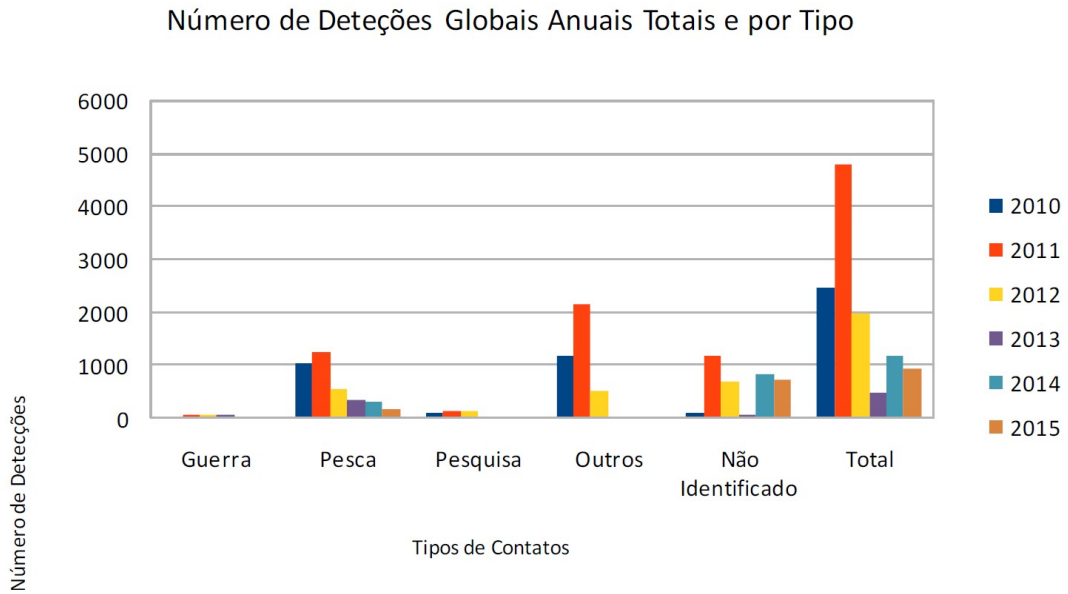


FIGURA 19 – Histograma do Número de Detecções Globais Anuais e por Tipo.

Fonte: MARINHA DO BRASIL, 2016a, p. 5.

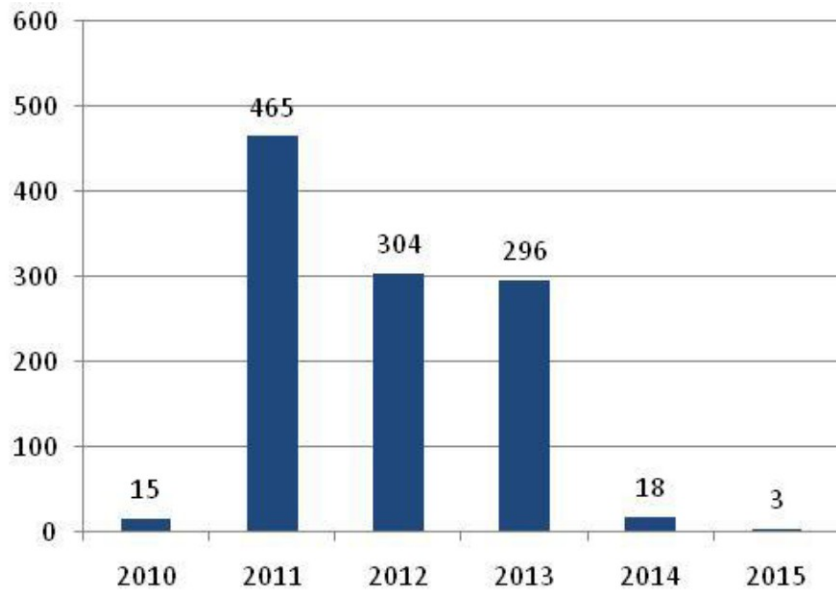


FIGURA 20 – Número de Detecções de Embarcações de Pesca por ano na ZEE.
Fonte: MARINHA DO BRASIL, 2016a, p. 6.

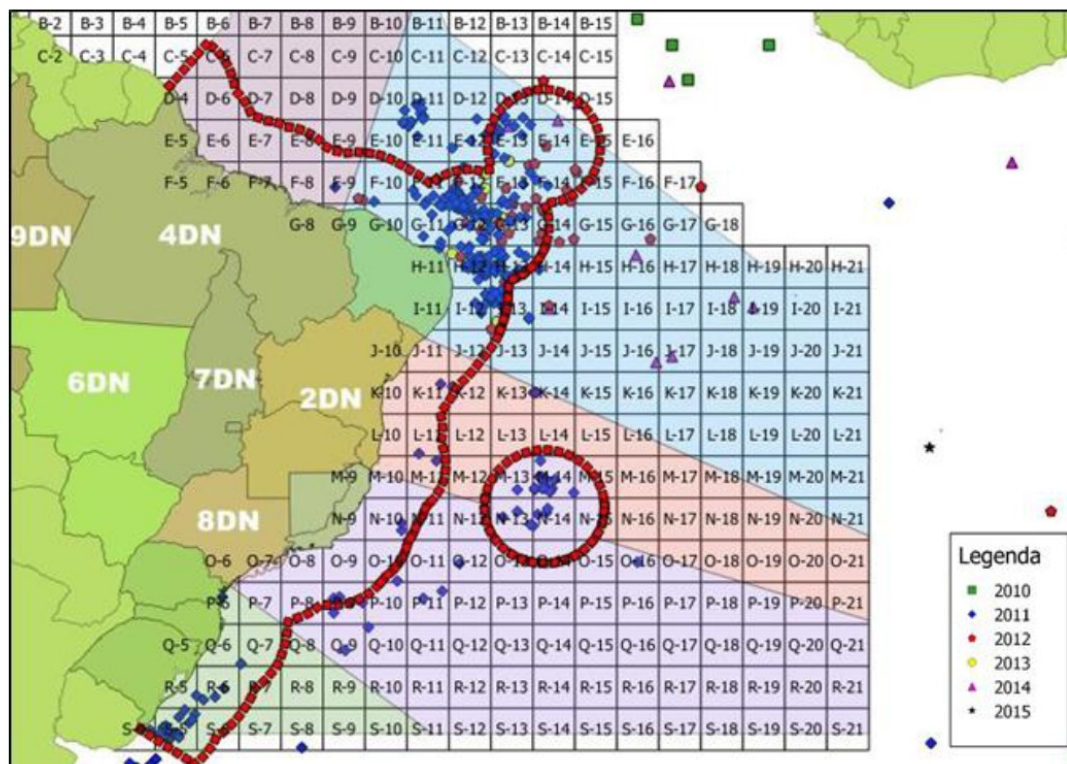


FIGURA 21 – Distribuição Espacial das detecções de pesqueiros no mês de Junho por Ano.
Fonte: MARINHA DO BRASIL, 2016a, p. 21.

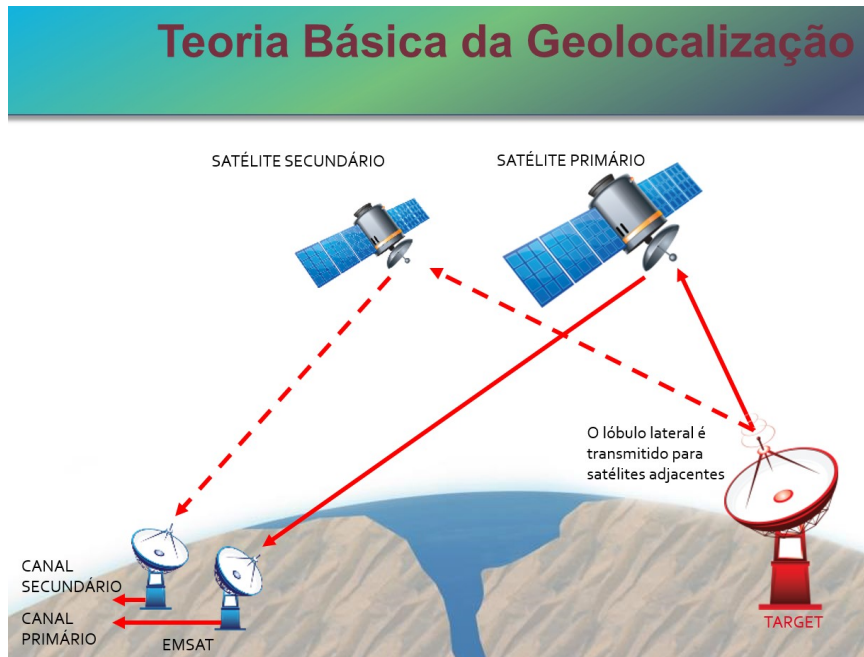


FIGURA 22 – Teoria básica da Geolocalização.
 Fonte: BRASIL, 2017a, s. 16.

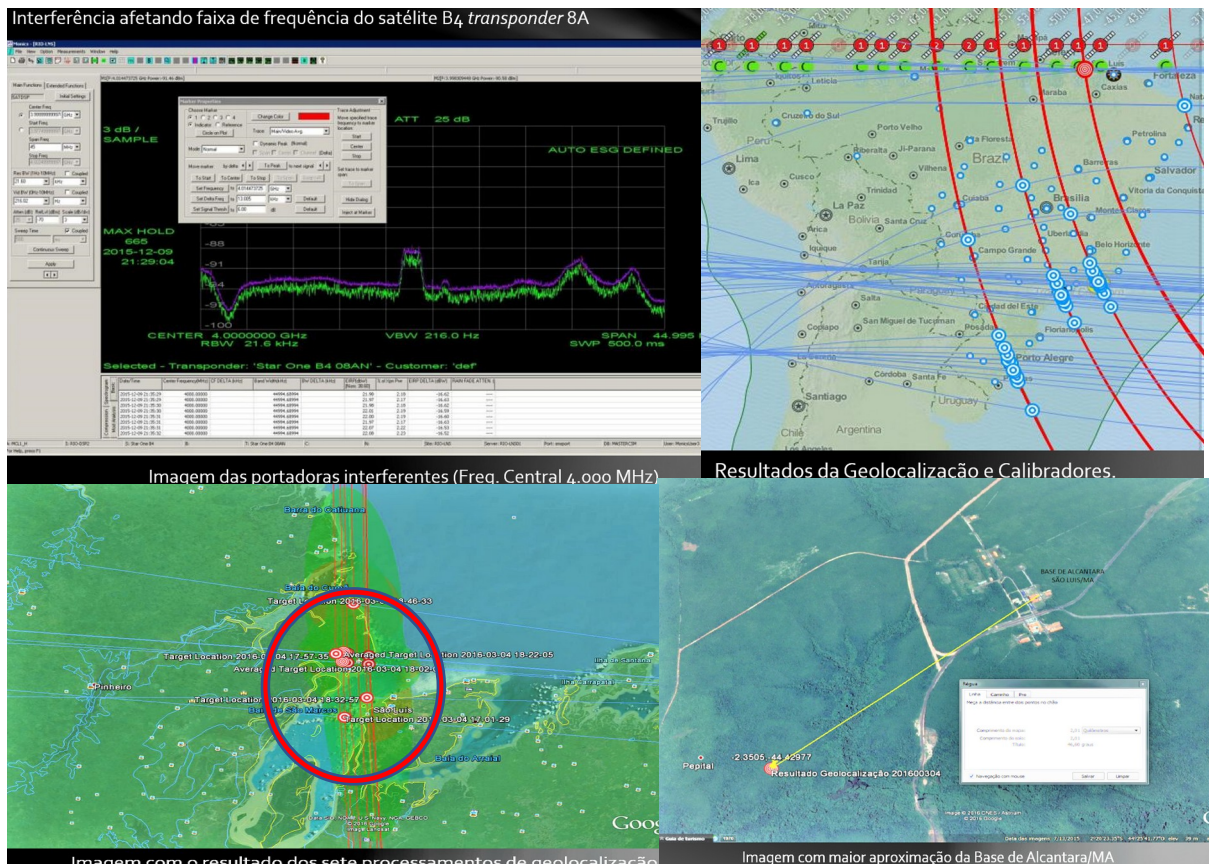


FIGURA 23 – Caso real de geolocalização efetuada pela EMSAT (dez/2015)
 Fonte: BRASIL, 2017a, s. 37-40

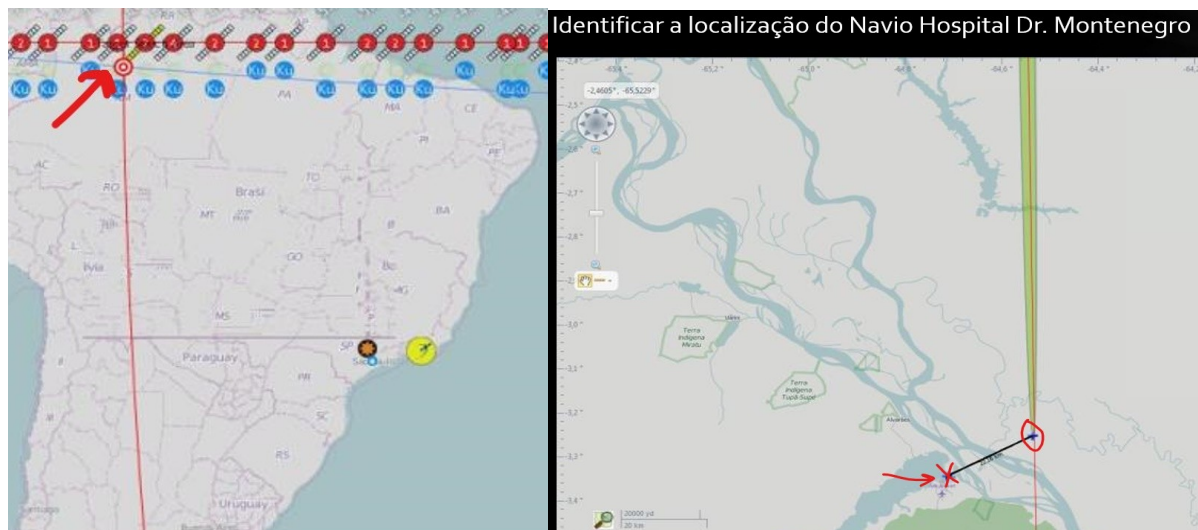


FIGURA 24 – Localização do Navio Hospitalar Dr. Montenegro (2016)
 Fonte: BRASIL, 2017a, s. 42 e s. 44.

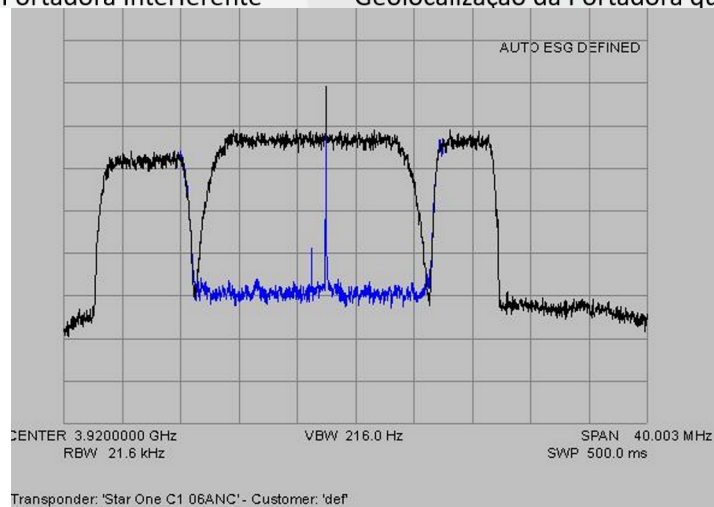


FIGURA 25 – Localização da estação terrena interferente (2016).
 Fonte: BRASIL, 2017b, s. 37-38.