

**ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO  
ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO**

Maj Com LUIS FELIPE MOREIRA GARCIA

**O emprego do Comando e Controle na 16ª Brigada de  
Infantaria de Selva, em prol de ações de combate à  
ilícitos transfronteiriços e ambientais em região de faixa  
de fronteira, no biênio 2018 e 2019, e perspectivas com a  
implantação do SISFRON**



Rio de Janeiro  
2022

Maj Com LUIS **FELIPE** MOREIRA GARCIA

**O emprego do Comando e Controle na 16ª Brigada de Infantaria de Selva, em prol de ações de combate à ilícitos transfronteiriços e ambientais em região de faixa de fronteira, no biênio 2018 e 2019, e perspectivas com a implantação do SISFRON**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Defesa.

Orientador: Maj Inf Jairo Luiz Fremdling Farias Júnior

Rio de Janeiro  
2022

G216e

Garcia, Luis Felipe Moreira

O emprego do Comando e Controle na 16ª Brigada de Infantaria de Selva, em prol de ações de combate à ilícitos transfronteiriços e ambientais em região de faixa de fronteira, no biênio 2018 e 2019, e perspectivas com a implantação do SISFRON. / Luis Felipe Moreira Garcia. —2022.

63 f.: il.;; 30 cm.

Orientação: Jairo Luiz Fremdling Farias Júnior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) — Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2022.

Bibliografia: f. 59-63

1. Comando e Controle na 16ª Bda Inf Sl. 2. Crimes Transfronteiriços e Ambientais. 3. Sistema HF Celular. I. Título.

CDD 355.4

Maj Com LUIS **FELIPE** MOREIRA GARCIA

**O emprego do Comando e Controle na 16ª Brigada de Infantaria de Selva, em prol de ações de combate à ilícitos transfronteiriços e ambientais em região de faixa de fronteira e perspectivas com a implantação do SISFRON**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Defesa.

Aprovado em 14 de outubro de 2022.

COMISSÃO AVALIADORA

---

Jairo Luiz Fremdling Farias Júnior – Maj Inf - Presidente  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

---

Felipe Araújo Barros – Ten Cel Eng - Membro  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

---

Luiz Gustavo de Paiva Lopes – Ten Cel Cav - Membro  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

À minha esposa Lilian, que é o esteio da família, aos meus filhos Layssa Matheus e meu filho Isaac, que ainda está para nascer, pela alegria que me faz todos os dias e pôr fim aos meus pais pelos exemplos que me deram durante a vida.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida, saúde e força espiritual que proporciona a minha família e que me conforta nas horas difíceis.

À minha esposa Lilian por ser guerreira, excelente mãe e que fornece todo o carinho necessário a família e aos meus filhos Layssa, Matheus e Isaac, este último ainda por nascer, que correspondem todas as expectativas de bons filhos e estudantes.

Ao meu pai, Edemar e à minha mãe Ideni, por terem acreditado na minha educação, estarem sempre atentos no bem-estar da família e terem educados seus filhos com exemplos sólidos.

Aos Generais de Divisão Cristiano Pinto Sampaio e Carlos Feitosa Rodrigues, antigos comandantes da 16ª Bda Inf SI, que me orientaram no bom cumprimento da missão como Comandante do 16º Pel Com SI, sempre apoiando a Arma do Comando no bom andamento de suas missões.

Ao meu orientador, Maj Jairo Luiz pela confiança depositada e pelas orientações oportunas que foram imprescindíveis para a confecção do presente trabalho.

Aos instrutores do Curso de Comando e Estado-Maior do Exército pelo profissionalismo em todas as instruções, servindo de exemplos a serem seguidos no percurso da minha carreira militar.

Aos companheiros de curso que colaboram com o meu aperfeiçoamento profissional, ombreando a rotina da Escola do Método auxiliando-me, sempre que possível, nos estudos acadêmicos e na vida pessoal junto as famílias.

“Nos teus rios quero navegar  
O teu ar respirar  
Tua beleza contemplar  
Embalando os sonhos meus  
De ver-te sempre verdejante  
Parte integrante  
Deste país gigante  
Que luta pra manter-te inteira  
Intacta, linda, majestosa  
Amazônia, pulmão do mundo  
Nossa sempre serás!” (Mazé Carvalho)

## RESUMO

Nos últimos anos, tem crescido a quantidade de crimes transfronteiriços e ambientais executados na fronteira norte do Brasil, particularmente, na área da 16ª Bda Inf SI, como o tráfico de drogas, o garimpo, a extração de madeira, a caça de animais silvestres e a pesca predatória. Em virtude disso, vem aumentando a demanda pela utilização de unidades federais, estaduais e municipais, com a finalidade de reprimir o cometimento destes crimes, exigindo uma efetividade de esforços, em ambiente interagências, que se refletem na capacidade de melhor conjugar os meios de Comando e Controle entre eles. Assim, o Exército Brasileiro vem trazendo algumas alternativas para ampliar as possibilidades de ligações nas suas tropas e em consequência colaborar com o desenvolvimento tecnológico na região. Face a isto faz-se necessário ampliar e aumentar a eficiência dos sistemas de comando e controle da 16ª Bda Inf SI, basicamente dependentes das comunicações rádios HF (*High Frequency*) e do uso de componentes via satélite. A região amazônica, por sua vez, oferece uma gama de características especiais que fazem com que o Comando e Controle nesta área seja diversificado em relação a outras áreas do país, sobretudo em relação as grandes distâncias das ligações, as características fluviais de transporte e a elevada densidade vegetal das florestas. Temos ainda que a concepção das comunicações HF, nos dias de hoje, pressupõem confiabilidade e segurança, as quais estão sendo ampliadas com o surgimento de novas tecnologias, como a utilização do Estabelecimento Automático de Enlace (ALE), implantado entre os anos de 2016 e 2019, e do Sistema HF Celular, que deve ser implantado na região entre os anos de 2022 e 2028, em um processo de parceria entre o Exército Brasileiro e a empresa Collins Aerospace, no âmbito do Projeto SISFRON, assinado em Novembro de 2021, que poderá maximizar os esforços dos órgãos de segurança no combate a crimes transfronteiriços e ambientais.

Palavras-chave: Comando e Controle na 16ª Bda Inf SI; crimes transfronteiriços e ambientais; Sistema HF Celular.



## RESUMEN

En los últimos años, ha crecido la cantidad de delitos transfronterizos y ambientales cometidos en la frontera norte de Brasil, particularmente en la zona de la 16ª Bda Inf SI, como el narcotráfico, la minería, la tala, la caza de animales salvajes y pesca depredadora. En consecuencia, ha ido en aumento la demanda por el uso de unidades federales, estatales y municipales, con el propósito de reprimir la comisión de estos delitos, exigiendo una eficacia de esfuerzos, en un ámbito interinstitucional, que se reflejen en la capacidad de mejor combinar los medios de Comando y Control entre ellos. Así, el Ejército Brasileño viene trayendo algunas alternativas para ampliar las posibilidades de conexiones en sus tropas y, en consecuencia, colaborar con el desarrollo tecnológico de la región. Ante ello, es necesario ampliar y aumentar la eficiencia de los sistemas de mando y control de la 16ª Bda Inf SI, fundamentalmente dependientes de radiocomunicaciones HF (Alta Frecuencia) y del uso de componentes satelitales. La región amazónica, por su parte, ofrece una gama de características especiales que hacen que el Comando y Control en esta zona sea diversificado en lo que se refiere a otras zonas del país, especialmente con relación a las grandes distancias de las conexiones, las características fluviales del transporte y la alta densidad vegetal de los bosques. También tenemos que la concepción de las comunicaciones HF, hoy en día, presupone confiabilidad y seguridad, las cuales se están ampliando con el surgimiento de nuevas tecnologías, como el uso del Establecimiento Automático de Enlace (ALE), implementado entre 2016 y 2019, y el Sistema Celular HF, que deberá desplegarse en la región entre 2022 y 2028, en un proceso de asociación entre el Ejército de Brasil y la empresa Collins Aerospace, en el ámbito del Proyecto SISFRON, firmado en noviembre de 2021, que podrá potenciar los esfuerzos de las agencias de seguridad encargados de hacer cumplir la ley en la lucha contra los delitos ambientales y transfronterizos.

Palabras clave: Comando y Control en la 16 Bda Inf SI; delitos transfronterizos y ambientales; Sistema Celular HF.

## LISTA DE ABREVIATURAS

16ª Bda Inf SI	Décima-Sexta Brigada de Infantaria de Selva
16º Pel Com SI	Décimo-Sexto Pelotão de Comunicações de Selva
17º BIS	Décimo-Sétimo Batalhão de Infantaria de Selva
ALE	Estabelecimento Automático de Enlace
ARQ	Pedido Automático de Repetição
BGAN	<i>Broadband Global Area Network</i>
C2	Comando e Controle
C Com	Centro de Comunicações
CMA	Comando Militar da Amazônia
EB	Exército Brasileiro
EM	Estado-Maior
END	Estratégia Nacional de Defesa
ERB	Estação Rádio-Base
FFAA	Forças Armadas
FOT	Frequência Ótima de Trabalho
GE	Guerra Eletrônica
GPS	Sistema de Posicionamento Global
HF	Alta Frequência
LC	Lei Complementar
MC	Manual de Campanha
MHz	Megahertz
MIL-STD	Padrões Militares ligados a Telecomunicações
OMDS	Organização Militar Diretamente Subordinada
PC	Posto de Comando
PEF	Pelotão Especial de Fronteira
QCP	Quadro de Cargos Previstos
SASI	Subárea de Segurança Integrada
SC2FTer	Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre
SISFRON	Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras
STANAG	Acordo de Padronização Militar

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Quadro comparativo da organização do 16º Pel Com SI (atual) e em caso de implantação da 16ª Cia Com SI baseados em QO Comparativos.....	23
FIGURA 2 – Atribuição das faixas de frequência do Brasil.....	24
FIGURA 3 – Mecanismos de propagação preponderantes para enlaces HF em florestas: onda lateral e ionosférica.....	26
FIGURA 4 - Antigo Yaesu System 600 (rádio utilizado nas OMs de selva entre 2005 e 2018) .....	27
FIGURA 5 – Falcon MPR-9600 Falcon II.....	28
FIGURA 6 – Rádio Falcon MPR-9600 com amplificador.....	29
FIGURA 7 – Desenvolvimento de um enlace em ALE.....	30
FIGURA 8 – Esquematização de um processo de criptografia.....	31
FIGURA 9 – Esquematização do Salto de frequência x tempo.....	32
FIGURA 10 – Sinuosidade dos rios Solimões e Juruá.....	32
FIGURA 11 – Antena Dipolo Multibanda YA-30 unidirecional utilizada nas embarcações nos rádios YAESU SYSTEM 600.....	33
FIGURA 12 – Antena Vertical omnidirecional adaptada a embarcação utilizada nos rádios MPR-9600 Falcon II.....	33
FIGURA 13 – Montagem de um Posto de Comando embarcado.....	33
FIGURA 14 – Modelos de telefones satelitais.....	35
FIGURA 15 – Terminal BGAN Explorer 500 Terrestre.....	35
FIGURA 16 – Terminal BGAN Marítimo.....	36
FIGURA 17 – Rastreador pessoal SPOT GEN 3 utilizado na 16ª Bda Inf SI.....	36
FIGURA 18 – Exemplo do rastreamento de uma embarcação.....	37
FIGURA 19 – Subárea de Segurança Integrada (SASI-4) .....	38
FIGURA 20 – Brigada de Infantaria de Selva.....	39
FIGURA 21 – Organização da 16ª Bda Inf SI.....	40
FIGURA 22 - Integrantes da 16ª Bda Inf SI realizam revista de embarcações durante Operação Escudo 2018.....	41
FIGURA 23 - Degradação ambiental nas margens do Rio Bóia pela atividade	

de garimpo ilegal.....	42
FIGURA 24 - Madeira apreendida pela 16ª Bda Inf SI no âmbito de operação de combate aos crimes contra o patrimônio natural nacional.....	42
FIGURA 25 - Tambaquis apreendidos pela 16ª Bda Inf SI no âmbito de operação contra os crimes ambientais que afetam a biodiversidade.....	43
FIGURA 26 – Faixa de fronteira brasileira com Subáreas.....	44
FIGURA 27 - Integrantes da 16ª Bda Inf SI realizam revista em embarcação em cooperação com profissionais da Secretaria de Segurança Pública de Coari – AM.....	48
FIGURA 28 – Áreas de implantação (mapa).....	50
FIGURA 29 – Capacitação de militares com binóculos termais.....	51
FIGURA 30 – Distância reta entre Manaus – Palmeiras do Javari (1432 Km) .....	53
FIGURA 31 – Triângulo das comunicações em HF .....	55

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Características técnicas do rádio YAESU SYSTEM 600.....	26
QUADRO 2 – Características técnicas do rádio MPR-9600.....	28
QUADRO 3 – Áreas de implantação (Brigadas).....	50
QUADRO 4 – Novos prazos do Projeto SISFRON atualizado em 2019.....	51

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	PROBLEMA.....	15
1.2	OBJETIVOS .....	15
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>18</b>
2.1	TIPO DE PESQUISA.....	18
<b>3</b>	<b>O SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE DA 16ª BDA INF SL .....</b>	<b>20</b>
3.1	AS PECULIARIDADES DAS COMUNICAÇÕES NO AMBIENTE AMAZÔNICO .....	21
<b>3.1.1</b>	<b>Possibilidades .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Limitações.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Utilização das comunicações rádio na faixa de Alta frequência .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Equipamentos rádio HF utilizados na 16ª Bda Inf SI .....</b>	<b>26</b>
3.1.4.1	O rádio YAESU SYSTEM 600 .....	26
3.1.4.2	O rádio MPR-9600 Falcon II.....	27
<b>3.1.5</b>	<b>Segurança das comunicações .....</b>	<b>29</b>
3.1.5.1	Uso da função ALE.....	29
3.1.5.2	Uso da criptografia Citadel .....	30
3.1.5.3	Salto de frequência (Frequency Hoping).....	31
<b>3.1.6</b>	<b>Especificidades da comunicação rádio amazônica.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.7</b>	<b>As comunicações satelitais .....</b>	<b>34</b>
3.1.7.1	Utilização da telefonia satelital .....	34
3.1.7.2	Uso de equipamentos BGAN.....	35
3.1.7.3	Uso de aparelhos SPOT de geolocalização .....	36
<b>4</b>	<b>A 16ª BRIGADA DE INFANTARIA DE SELVA .....</b>	<b>37</b>
4.1	CARACTERÍSTICAS DA ÁREA E SUA MISSÃO .....	37
<b>4.1.1</b>	<b>A organização da 16ª Bda Inf SI .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1.2</b>	<b>O 16º Pelotão de Comunicações de Selva .....</b>	<b>40</b>
4.2	PRINCIPAIS DELITOS TRANSFRONTEIRIÇOS E AMBIENTAIS EXISTENTES NA REGIÃO .....	40
<b>4.2.1</b>	<b>O Tráfico de drogas.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2.2</b>	<b>O garimpo ilegal .....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.3</b>	<b>A Extração ilegal de madeira.....</b>	<b>42</b>
<b>4.2.4</b>	<b>A Caça de animais silvestres e a pesca predatória .....</b>	<b>43</b>

4.3	O EMPREGO DAS FORÇAS ARMADAS EM FAIXA DE FRONTEIRA .....	43
4.3.1	<b>Definição de faixa de fronteira .....</b>	<b>43</b>
4.3.2	<b>Normatização do emprego das FFAA .....</b>	<b>44</b>
4.3.3	<b>Características peculiares do ambiente de selva para as operações ..</b>	<b>46</b>
4.3.4	<b>Formas de emprego .....</b>	<b>47</b>
4.3.5	<b>Considerações parciais acerca do emprego da 16ª Bda Inf SI que influem no Comando e Controle .....</b>	<b>48</b>
<b>5</b>	<b>PERSPECTIVAS DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA HF CELULAR COM O PROJETO SISFRON.....</b>	<b>48</b>
5.1	FASES DO PROJETO SISFRON NA REGIÃO .....	49
5.2	IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA HF CELULAR.....	52
5.3	CONCEITO DO SISTEMA HF CELULAR SEGUNDO MOTTA.....	53
5.4	CONCLUSÃO PARCIAL ACERCA DO SISTEMA HF CELULAR POR MEIO DA IMPLANTAÇÃO DO SISFRON NA REGIÃO .....	55
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O comando e controle tem desempenhado relativa preponderância nos conflitos bélicos, no qual os Estados buscam obter vantagens sobre seus oponentes. Particularmente na região amazônica, onde se impõe desafios estruturais de grande vulto, é vital dispor de sistemas de comunicações confiáveis, adaptadas a longas distâncias e alternativas. Tais sistemas, na região de selva, comportam, sobretudo, as comunicações rádio de alta frequência, comunicações via satélite e os sistemas de georreferenciamento.

A 16ª Brigada de Infantaria de Selva, com sede em Tefé, no estado do Amazonas, é subordinada ao Comando Militar da Amazônia (CMA), sediado em Manaus, no mesmo estado. Ela tem suas origens no 1º Grupamento de Fronteira criado em 11 de novembro de 1971, na cidade de Cruz Alta, localizada no estado do Rio Grande do Sul (RS) (BRASIL, 2018). A sua denominação histórica é “Brigada das Missões” em razão de seu passado na região das antigas missões jesuíticas, no Sul do Brasil (BRASIL, 2018; CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DO EXÉRCITO, 2007).

Esta brigada, situada no centro geográfico da Amazônia, é caracterizada por ser um grande vazio demográfico, com baixo índice de desenvolvimento humano, pouco desenvolvida economicamente e insipiente infraestrutura de transportes e comunicações, que dificultam sua integração com o Nordeste e o Centro-Sul brasileiros. Em contraste a estes índices, sobressaem-se uma infinidade de recursos naturais estratégicos, dos quais destacam-se uma imensa reserva de água doce, riquíssima biodiversidade, reservas minerais e combustíveis fósseis, com grande potencial para colaborar com o desenvolvimento econômico do Brasil, particularmente, da Região Norte (BRASIL, 1997; NUNES, 2018; PAIVA, 2006; PEREIRA, 2007).

Nesse contexto, a 16ª Bda Inf SI atua dentro da faixa de fronteira, na qual tem previsão legal no art. 16-A, da Lei Complementar (LC) nº 97, de 9 de junho de 1999, alterada pela LC 117, de 2004, e pela LC nº 136, de 2010. Assim sendo, cabe a ela atuar por meio de ações preventivas e repressivas, contra delitos transfronteiriços e ambientais, isoladamente ou em coordenação com outros órgãos do Poder Executivo



realizando patrulhamentos, revista de pessoas e de embarcações e realizando prisões em flagrante delito.

Face a diversas características especiais do ambiente de selva, particularmente a área da 16ª Bda Inf SI, o comando e controle é dificultado devido as largas áreas de florestas densas que afetam a propagação de sinais, a rede rodoviária rarefeita, necessidade de utilização de rios sinuosos para balizar o eixo de comunicações, rede insipiente de antenas celulares e grandes distâncias existentes entre os elementos apoiados propiciam um ambiente peculiar e desafiador as operações militares. (BRASIL, 2020, p.6-1).

Assim, o Exército brasileiro, possui o desafio de garantir um sistema de comunicações seguro, com sistemas alternativos que denotem confiabilidade, além de estruturas adaptáveis a um ecossistema brasileiro de características peculiares onde se destacam as grandes distâncias, a umidade e a densidade florestal.

## 1.1 PROBLEMA

Diante do que foi apresentado, constata-se que a 16ª Bda Inf SI, está localizada em área de fronteira, particularmente na Amazônia Ocidental no contexto da Estratégia Nacional da Presença. Diante da existência de delitos transfronteiriços e ambientais torna cada vez mais frequente o emprego das Forças Armadas (FFAA) na repressão a tais crimes.

O adequado emprego das FFAA no combate a ilícitos, que exige uma grande quantidade descentralizada de meios, face ao peculiar ambiente operacional de selva, requerem um sistema de Comando e Controle (C2) confiável e adaptado a região.

Diante disso este trabalho será desenvolvido a partir do seguinte problema: O atual Comando e Controle da 16ª Bda Inf SI, em prol de ações de combate a ilícitos transnacionais em ambiente de faixa de fronteira, assim como o emprego das comunicações HF Celular com a futura implantação do SISFRON na região, são parâmetros para um adequado emprego operacional em uma Brigada de Infantaria de Selva?

## 1.2 OBJETIVOS

Essa seção apresenta o objetivo geral e os objetivos específicos do presente trabalho. O primeiro é o resultado a alcançar ao término da pesquisa. Os demais correspondem as metas a serem atingidas para se chegar ao objetivo geral. Diante de tal fato foram traçados os seguintes objetivos gerais e específicos.

### **1.2.1 Objetivo geral**

Estudar como é empregado o Sistema de Comando e Controle na 16ª Bda Inf SI, em prol das ações de combate a ilícitos transnacionais em ambiente de faixa de fronteira e esclarecer as futuras perspectivas de emprego do Sistema HF Celular com a implantação do SISFRON.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- a. Descrever as peculiaridades das comunicações na Hileia Amazônica, bem como o atual Sistema de Comando e Controle utilizado pela 16ª Bda Inf SI, ressaltando as possibilidades e limitações.
- b. Apresentar a área operacional da 16ª Bda Inf SI e os principais delitos transfronteiriços e ambientais que ocorrem na região.
- c. Apresentar as futuras perspectivas de emprego do uso do HF Celular, na Amazônia Ocidental, por meio da implantação do SISFRON.

## **1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO**

A fim de permitir uma abordagem exequível, com profundidade adequada e coerente com a proposta deste trabalho acadêmico, a pesquisa enfocará a análise do Sistema de Comando e Controle da 16ª Brigada de Infantaria de Selva em apoio as ações de combate a ilícitos transfronteiriços e ambientais em região de faixa de fronteira e as perspectivas da instalação do Sistema HF Celular com a futura implantação do SISFRON.

Desse modo, o presente estudo realizará uma abordagem, em particular, nos meios satelitais, na frequência de HF (*High Frequency*), meios de comunicações mais adaptados as peculiaridades amazônicas, que são utilizados pela 16ª Bda Inf SI para

realizar o adequado Comando e Controle em suas operações. Ademais serão levantados as possibilidades e limitações desses meios de comunicações bem como novos equipamentos que podem ser utilizados para combater os ilícitos transfronteiriços.

Por fim, serão buscadas informações sobre as novas perspectivas que se abrirão com a implantação do Sistema HF Celular, por meio do SISFRON, que poderão alavancar a confiabilidade do Comando e Controle. No tocante ao espaço, este estudo estará limitado a SASI-4<sup>1</sup>, de responsabilidade da 16ª Bda Inf SI, na Amazônia Ocidental brasileira, já em relação ao tempo, o Sistema de C2 analisado foi o existente no período entre 2016 e 2019 e as possibilidades com a implantação do Sistema HF Celular, pertencente ao SISFRON, que está prevista para ser concluída até o ano de 2028.

#### 1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A Estratégia Nacional de Defesa (END), do ano de 2016, afirma que o Exército atuará de forma episódica e pontual em operações de Garantia da Lei e da Ordem e colaborará com os órgãos de Segurança Pública nas ações contra ilícitos transnacionais perpetrados na faixa de fronteira. Assim o Sistema de Comando e Controle do EB necessita estar capacitado a atender as demandas operacionais e táticas da força terrestre atuando como elemento agregador do poder de combate.

Dessa forma, a pesquisa pretende levantar se o Sistema de Comando e Controle existente na 16ª Bda Inf SI está colaborando, de forma eficiente, com as operações na faixa de fronteira, face ao caráter peculiar do terreno amazônico. Destaca-se ainda a perspectiva de um possível salto tecnológico e operacional com a inserção do Sistema HF Celular ao fim da implantação do SISFRON na região.

Por fim, o presente estudo se tornará uma fonte útil para observar a evolução do Sistema de Comando e Controle na Amazônia Ocidental, face ao seu ambiente peculiar, pela utilização de sistemas satelitais, bem como a evolução do Sistema HF,

---

<sup>1</sup> SUBÁREA DE SEGURANÇA INTEGRADA – Subdivisão da área de segurança integrada, para fins de planejamento de garantia da lei e da ordem, quanto a execução de ações ou medidas preventivas e de caráter permanente, particularmente nas atividades de inteligência e comunicação social. Corresponde a uma área a ser atribuída, normalmente, sob a responsabilidade dos comandos de nível brigada. (BRASIL, 2009)

em suas três fases (convencional, por Estabelecimento Automático de Enlace ou via HF Celular).

Portanto, este estudo, tem como beneficiários o EB, suas Bda Inf SI e os usuários de Sistemas rádios (HF, satelitais e o futuro HF Celular) na Amazônia Ocidental.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 TIPO DE PESQUISA**

Conforme a classificação de Vergara (2013), a pesquisa será qualitativa, quanto à abordagem; exploratória, quanto aos fins; bibliográfica e documental, quanto aos meios; e aplicada quanto à natureza. Qualitativa porque se pretende analisar os dados obtidos em documentos para identificar os principais meios de comando e controle (C2) utilizados em região de selva e as principais ameaças transfronteiriças e ambientais na faixa de fronteira da 16ª Bda Inf SI. Exploratórias porque os meios de C2 e as ameaças transfronteiriças estão em constante evolução, seja por evolução tecnológica, no caso da primeira ou por diversificação de crimes, na segunda. Bibliográfica porque buscar-se-á em materiais já publicados, como livros, jornais e revistas, as principais novidades acerca da evolução das comunicações para longas distâncias e como é possível ampliar o apoio as ameaças ao território brasileiro. Documental porque serão utilizados documentos do Exército Brasileiro, para compreender o Sistema de Comando e Controle na área amazônica. Por fim, a pesquisa será aplicada porque visa a resolução de problemas para ampliar o Comando e Controle na região amazônica, em face do combate a ilícitos transfronteiriços e ambientais pelo Exército Brasileiro na região.

### **2.2 UNIVERSO E AMOSTRA**

O universo do presente estudo é delimitado pelos sistemas de comando e controle utilizados na 16ª Bda Inf SI entre os anos de 2018 e 2019, pelo ambiente operacional de Selva que constitui a SASI-4 (posição relativa, municípios, faixa de fronteira), o emprego da respectiva brigada na defesa de sua área, particularmente contra delitos transfronteiriços e ambientais e por último, perspectivas de implantação

de uma nova rede de Comando e Controle na região advindas da implantação do SISFRON, por meio do HF Celular.

### 2.3 COLETA DE DADOS

Conforme Departamento de Pesquisa e Pós-graduação (EXÉRCITO, 2012), a coleta de dados do presente trabalho dar-se-á por meio de pesquisa em literatura disponível, como manuais, sites especializados, internet, monografias, artigos, teses e dissertações buscando os dados atinentes ao assunto. Foram pesquisados termos relacionados a “sistemas rádio HF e suas tecnologias”, “16ª Brigada de Infantaria de Selva”, “delitos transfronteiriços e ambientais na Amazônia” e “HF Celular”.

Serão utilizados relatórios das operações realizadas pela Brigada, revistas oficiais (PADECEME; VERDE-OLIVA; A DEFESA NACIONAL; DOCTRINA MILITAR TERRESTRE EM REVISTA; e REVISTAS DA 16ª Bda Inf SI), artigos e matérias disponíveis em meio eletrônico acerca do Comando e Controle, livros e manuais do Ministério da Defesa e do Exército Brasileiro a fim de coletar dados para resposta aos objetivos propostos (geral e específicos).

### 2.4 TRATAMENTO DOS DADOS

Conforme Departamento de Pesquisa e Pós-graduação (EXÉRCITO, 2012), o método de tratamento de dados a ser utilizado será uma revisão bibliográfica simples, que será obtida por meio de pesquisas que permitirá chegar aos objetivos propostos. O conteúdo consultado estará disponível nas referências bibliográficas citadas ao final deste trabalho.

### 2.5 LIMITAÇÕES DO MÉTODO

A metodologia em questão possui limitações, particularmente, quanto à profundidade do estudo a ser realizado, pois não contempla, dentre outros aspectos, o estudo de campo e a entrevista com pessoas diretamente ligadas aos processos em estudo.

Na análise serão verificados os sistemas de comunicações bem como os principais ilícitos transfronteiriços e ambientais na área da 16ª Bda Inf SI entre os anos de 2018 e 2019 e será realizada uma prospecção da instalação do sistema HF Celular assinada pelo Exército Brasileiro com a empresa Rockwell Collins no final de 2021, ainda a ser implantada até o ano de 2028. Dessa forma, a análise dos dados estará sujeita a interpretação do autor, o que poderá gerar dissonância com outros meios de comunicações utilizados na região amazônica.

### **3 O SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE DA 16ª BDA INF SI**

A unidade responsável pela coordenação do comando e controle na 16ª Bda Inf SI é o 16º Pelotão de Comunicações de Selva. De acordo com o manual C 11-30 As Comunicações na Brigada, ainda em vigor, são missões da Companhia de Comunicações da Brigada: Instalar, explorar e manter o Sistema de Comunicações da Brigada.

Ainda, segundo o mesmo manual, o Cmt do 16º Pel Com SI é o Oficial de Comunicações da Brigada e integrante do Estado-Maior Especial, possuindo como atribuições.

“(1) Assessorar o Cmt e membros do EM geral da Bda sobre o emprego dos meios de Com, particularmente em questões que envolvam a segurança das Com, a localização dos postos de comando (PC), as informações de comunicações e eletrônica, a apropriação e uso de recursos locais de Com e as atividades de guerra eletrônica (GE);

(2) Exercer a supervisão técnica sobre as atividades de comunicações de todos os elementos da Bda;

(3) Planejar, coordenar e supervisionar:

(a) a instalação, exploração e manutenção do sistema de comunicações da Bda;

(b) a segurança das Com;

(c) os aspectos de guerra eletrônica;

(4) Elaborar ordens, instruções e propostas referentes ao emprego e às necessidades de comunicações de acordo com o manual de campanha C 24-16 - DOCUMENTOS DE COMUNICAÇÕES.

(5) Manter um banco de dados atualizado sobre os recursos locais de comunicações existentes na zona de atuação da brigada.”

Tendo em vista que a dotação prevista de uma Bda Inf SI, de acordo com o manual C 7-30 Brigadas de Infantaria, é do apoio de uma Companhia de Comunicações visualiza-se, portanto, a necessidade de transformação do 16º Pel Com SI para a situação de Companhia.

### 3.1 AS PECULIARIDADES DAS COMUNICAÇÕES NO AMBIENTE AMAZÔNICO

São características gerais das comunicações no ambiente amazônico, previstas no manual EB 70-MC-10.246 As Comunicações nas Operações (BRASIL, 2020, p. 6-1):

“6.2.1 As condições climáticas e operacionais da selva e as servidões por ela impostas ao movimento, trazem as seguintes características gerais para as comunicações:

**a) as largas áreas de florestas densas afetam a propagação dos sinais de rádio; (grifo nosso)**

b) os elevados índices de temperatura e umidade diminuem a vida útil dos equipamentos de comunicações;

c) a rede rodoviária rarefeita, ou mesmo inexistente, limita ou até mesmo impede a utilização de viaturas de comunicações;

**d) a vasta rede hidrográfica pode balizar os eixos de comunicações por onde serão desdobrados os PC; (grifo nosso)**

**e) as grandes distâncias existentes entre diferentes elementos de manobra exigem o uso de conjuntos rádio de maior potência e o emprego de antenas especiais;**

f) a utilização de clareiras abertas no interior da selva facilita o desdobramento dos meios rádio e satelital para o estabelecimento das comunicações;

g) o emprego de medidas de coordenação e controle, tais como horários para o estabelecimento das ligações e das linhas de controle para contatos obrigatórios, deve ser levado em consideração por ocasião dos planejamentos;

h) os **C Com dos PC podem ser desdobrados** em pequenas localidades, no interior da selva e **sobre embarcações**, atendendo aos fatores para localização de PC e da decisão, bem como as diretrizes e a intenção do comandante; e

i) a presença de moléstias tropicais pode afetar o combatente, exigindo dele cuidados especiais com a adaptação e preparação, antes de iniciar as operações.”

Todas estas condições fazem parte do ambiente operacional na qual a 16ª Bda Inf SI está inserida, temos ainda que:

“6.2.2.2 As condições encontradas na selva restringem as possibilidades de emprego do rádio. Por conseguinte, é desejável que se disponha de diversos tipos de **equipamentos rádio HF, dotados de recursos que permitam o seu emprego nos deslocamentos fluviais**, intraflorestais e nas ligações com aeronaves e embarcações. As operações também se dão em localidades, calhas de rios e cidades em meio à selva, onde há necessidade de uso de rádios VHF/UHF também para escalões menores. Além disso, para contornar as condições desfavoráveis do ambiente, pode-se empregar qualquer tipo de equipamento disponível, mesmo que não pertença à dotação orgânica da unidade. Os radioperadores devem ser capacitados e treinados para receber sinais fracos, escolher locais apropriados para instalação dos postos rádio e construir antenas com meios de fortuna. Devem, igualmente, estar adestrados no emprego de equipamentos de controle remoto, que permitam a operação do rádio a distância. O **emprego desse meio na faixa de fronteira deve ser acompanhado de medidas que forneçam o mínimo**

**de segurança das comunicações.** O apoio de aeronaves é muito importante como posto de retransmissão e por prestar informações sobre o terreno. Além disso, podem transportar radioperadores e equipamentos para locais previamente selecionados com rapidez.” (grifo nosso) (BRASIL, 2020, p. 6-2)

**“6.2.2.3 Os equipamentos rádio satelitais conferem grande flexibilidade para as tropas que operam no ambiente de selva, principalmente os portáteis.** Esse meio possibilita transmissão de dados para garantir o tráfego das ordens, imagens, telefonia VoIP, acesso à internet, armazenamento e transferência de arquivos e e-mail operacional. A mata densa é um limitador para o estabelecimento das ligações por satélite, havendo a necessidade de sua utilização em clareiras ou nas calhas dos rios. Além disso, as condições meteorológicas adversas podem afetar a propagação de ligações de qualquer banda por satélite, sendo a atenuação por chuva e ou nuvem a mais significativa. **O uso de terminais satelitais apropriados para uso em embarcações garante flexibilidade e continuidade das comunicações, durante os deslocamentos pelo modal fluvial.** Esse é o meio mais apropriado para ser empregado nas ações táticas descentralizadas.” (grifo nosso) (BRASIL, 2020, p. 6-2)

**“6.2.2.4 Equipamentos com tecnologia de geolocalização** possibilitam compartilhar a posição geográfica dos elementos que se deslocam por estradas ou rios com relativa facilidade e precisão, contribuindo para a manutenção da consciência situacional. Já no interior da selva e nas regiões de clima tropical e equatorial, tais meios encontram as mesmas limitações dos equipamentos satelitais.” (grifo nosso) (BRASIL, 2020, p. 6-3)

Dessa forma, segundo DIAS e MORAES (2015) o ambiente amazônico é muito dependente de equipamentos rádios HF, meios satelitais e de georreferenciamento que fazem com que o ambiente de selva seja extremamente desafiador.

### 3.1.1 Possibilidades

Segundo o manual C 11-30 As comunicações na Brigada, as possibilidades de uma Companhia de Comunicações são:

- “(1) Instalar, explorar e manter 2 (dois) Centros de Comunicações em apoio as necessidades do Posto de Comando Principal (PCP) e Posto de Comando Recuado (PCR) da brigada;
- (2) Instalar, explorar e manter 1 (um) Centro de Comunicações (C Com) específico para o apoio do Posto de Comando Tático (PCT);
- (3) Prover as ligações necessárias ao C2 da brigada, particularmente entre os C Com e destes para os elementos diretamente subordinados e apoiados; (grifo nosso)**
- (4) Integrar-se ao Sistema de Com do Esc Sup;**
- (5) Destacar, com limitações, as turmas de comunicações para reforçar ou integrar elementos apoiados, quando necessário;**
- (6) Realizar reconhecimentos técnicos com a finalidade de obter dados sobre os recursos locais existentes na A Op;**
- (7) Fornecer o Oficial de Comunicações e Eletrônica da Bda;**

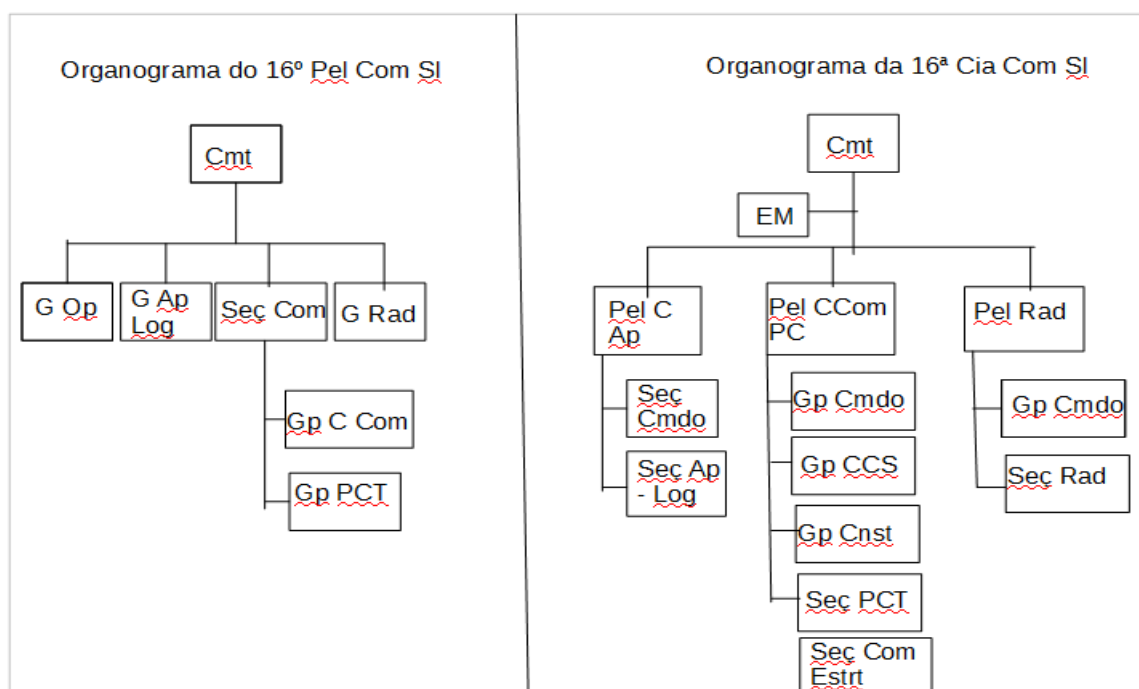


- (8) Instalar, explorar e manter o seu próprio sistema de comunicações;
- (9) Realizar a manutenção de até 3º escalão do seu material orgânico de comunicações, de eletrônica e de informática;
- (10) Defender com limitações suas instalações;
- (11) Enquadrar reforços de equipes especializadas de comunicações e guerra eletrônica.

### 3.1.2 Limitações

Uma das principais limitações parece ser o efetivo, pois a 16ª Bda Inf SI possui como OMDS subordinada um pelotão de comunicações, onde deveria possuir um efetivo mínimo de companhia de comunicações. O Quadro de Cargos Previstos (QCP) atualmente do 16º Pel Com SI comporta somente 61 militares.

**Figura 1** – Quadro comparativo da organização do 16º Pel Com SI (atual) e em caso de implantação da 16ª Cia Com SI baseados em QO Comparativos.



Fonte: O Autor, 2019

Outra limitação seria a ampliação de equipamentos rádio HF e satelitais para fazer face as demandas de uma extensa região, que necessita de ligações de longa distância entre todos os escalões.



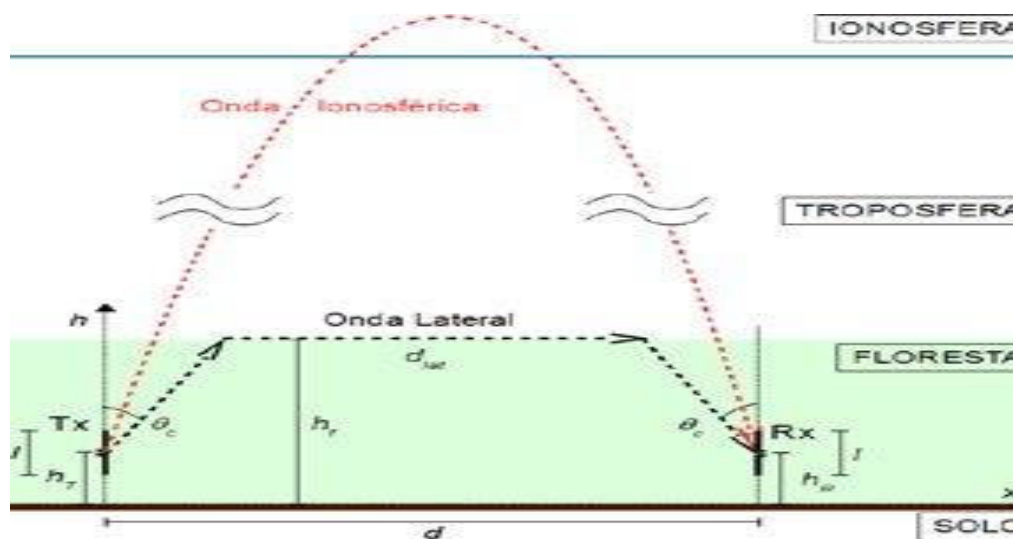
Esta banda é utilizada por estações internacionais de transmissão de ondas curtas (3,95-25,82 MHz), comunicação de aviação, estações de tempo do governo, estações meteorológicas, rádio amador e serviços de banda de cidadãos , entre outros usos (STRINGFLIX, 2022).

A transmissão internacional por ondas curtas utiliza este conjunto de frequências, bem como um número aparentemente decrescente de usuários de "utilidades" (marinha, aviação, militares e interesses diplomáticos), que, nos últimos anos, foram influenciados por meios de comunicação menos voláteis (por exemplo, através de satélites), mas pode manter as estações de HF após a mudança para fins de backup (STRINGFLIX, 2022).

No entanto, o desenvolvimento da tecnologia de estabelecimento de link automático baseada em MIL-STD-188-141 para conectividade automatizada e seleção de frequência (*ALE – Automatic Link Establishment*, em inglês), juntamente com os altos custos de uso de satélite, levaram a um renascimento do uso de HF em redes governamentais. O desenvolvimento de modems de alta velocidade, como aqueles em conformidade com MIL-STD-188-110C, que suportam taxas de dados de até 120 kilobit / s, também aumentou a usabilidade do HF para comunicações de dados e transmissão de vídeo. Outros padrões de desenvolvimento, como STANAG 5066, fornecem comunicações de dados sem erros por meio do uso de protocolos ARQ (STRINGFLIX, 2022).

Como salientado por DIAS e MORAES (2015), um importante quebra de paradigma na tecnologia de rádios ocorreu na década de 1990: a digitalização das comunicações. Algumas melhorias de desempenho geral passaram a ser apregoadas para os rádios militares, como a robustez da fonia digital ou o estabelecimento automático de enlace (*ALE – Automatic Link Establishment*) em rádios HF, para citar apenas duas (HARRIS CORPORATION, 2000; 2005). Mais recentemente, o conceito de Rádio Definido por Software – RDS (TUTTLEBEE, 2002) ampliou o rol de melhorias potenciais de desempenho dos rádios, inclusive no escopo das comunicações militares.

**Figura 3** – Mecanismos de propagação preponderantes para enlaces HF em florestas: onda lateral e ionosférica



Fonte: Dias e Moraes, 2015.

### 3.1.4 Equipamentos rádio HF utilizados na 16ª Bda Inf SI

As unidades da 16ª Bda Inf SI utilizavam, entre os anos de 2016 e 2019, dois equipamentos rádio HF, denominados YAESU SYSTEM 600 e MPR-9600 Falcon II.

#### 3.1.4.1 O rádio YAESU SYSTEM 600

Produzido pela empresa japonesa YAESU, foi estabelecida com a finalidade de desenvolver e fabricar transmissores de rádio comercial e amadora para o mercado japonês e ao longo dos anos ganhou filiais em outros países do mundo (YAESU, 2022).

Possui como características as seguintes propriedades abaixo:

**Quadro 1** – Características técnicas do rádio YAESU SYSTEM 600

<b>FUNÇÃO</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO</b>
<b>Faixa de frequência</b>	<b>1.8 a 29.9999 MHz</b>
Predefinições do Sistema	Canais programados manualmente
Modos de transmissão	<b>J3E, H3E, A1A, J2B, A3E</b>
<b>Alimentação</b>	<b>De 12 a 15 V (+13,5 V)</b>
Proteção de Sobrecarga	Acima de 16 V
Interface de dados	Assíncrono
Squelch	Ajustável no painel frontal

<b>Potência de RF</b>	<b>100 W no modo J3E</b>
<b>Criptografia</b>	<b>Não há</b>
<b>ALE</b>	<b>Não possui</b>
Salto de frequência	Não possui
<b>Imersão</b>	<b>Não possui</b>
Peso	Até 4,5 Kg
Militarizado	Não
Configuração	Manual
GPS para georreferenciamento	Não possui

Fonte: o Autor, 2022.

Foram destacadas as principais características que influenciam nas operações em ambiente de selva. Verifica-se, portanto, que a principal vantagem do rádio é a potência de 100W, no entanto, não possui nenhum aspecto que auxilie a segurança das comunicações como a existência de criptografia, transmissão em ALE ou salto de frequência.

Foram adquiridos na década de 2000 e utilizados amplamente até o ano de 2018, ano este que foram substituídos pelo rádio MPR-9600 Falcon II.

**Figura 4** - Antigo Yaesu System 600 (rádio utilizado nas OMs de selva entre 2005 e 2018)



Fonte: Yaesu, 2022.

#### 3.1.4.2 O rádio MPR-9600 Falcon II

O MPR-9600 Falcon II, rádio da empresa americana Harris Corporation, foi adquirido de forma centralizada pelo Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (CComGEx), foram distribuídos às Organizações Militares a partir de 2011 e está presente em todas as unidades de comunicações de selva do Exército Brasileiro (DEFESANET, 2022b), sendo o principal meio de comunicações HF. Vieram para substituir os antigos rádios YAESU SYSTEM 600 que se encontravam em processo de obsolescência.

**Figura 5** – Falcon MPR-9600 Falcon II



Fonte: Harris, 2012.

Segue abaixo as principais especificações técnicas do rádio Falcon MPR-9600:

**Quadro 2** – Características técnicas do rádio MPR-9600

<b>FUNÇÃO</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO</b>
<b>Faixa de frequência</b>	<b>1.6 a 29.9999 MHz</b>
Predefinições do Sistema	200 canais totalmente programáveis
Modos de transmissão	<b>J3E, H3E, A1A, J2A, FSK e F2B</b>
Alimentação	+ 26 VDC nominal (+ 20 até 34,8 VDC)
Proteção de Sobrecarga	Acima de 34,8 VDC
Interface de dados	Síncrono e assíncrono
Squelch	Ajustável no painel frontal
<b>Potência de RF</b>	<b>1, 5 e 20W no modo Manpack, adaptável a amplificadores</b>
<b>Criptografia</b>	<b>Citadel (integrada a voz digital e dados)</b>
<b>ALE</b>	<b>MIL-STD-188-141 com proteção de enlace nível 1</b>
Salto de frequência	De 5 a 50 frequências
<b>Imersão</b>	<b>Até 1m em água</b>
Peso	Até 4,5 Kg sem baterias
Militarizado	Sim, na Norma MIL-STD-810E
Configuração	Rádio Definido por Software
GPS para georreferenciamento	Possui, porém não adquirido pelo EB

Fonte: O Autor, 2022.

Observa-se que o rádio Falcon MPR-9600 possui diversas funcionalidades importantes para a operação em área de selva, sobretudo a capacidade limitada de resistência a imersão, a capacidade de operar na função ALE e a possibilidade da inserção da Criptografia Citadel que representam uma evolução significativa em segurança das comunicações. Contudo, a potência de no máximo 20W limitava seu emprego em área de selva.

Com a chegada dos amplificadores de 150W, por volta do ano de 2016, os Pelotões de Comunicações de Selva atingiram níveis confiáveis de operacionalidade.

**Figura 6** – Rádio Falcon MPR-9600 com amplificador



Fonte: Railce, 2022.

### 3.1.5 Segurança das comunicações

Segundo o manual EB20-MC-10.205 Comando e Controle, a segurança é um princípio de comando e controle que deve ser buscado, sempre que for possível, em todas as situações. Este princípio consiste em negar ou dificultar o acesso não autorizado às informações das forças amigas, restringindo a liberdade de ação do oponente para ataques aos pontos sensíveis do sistema de C<sup>2</sup>.

Inclui-se, nesse contexto, a capacitação de recursos humanos na área de segurança, no emprego de sistemas criptológicos e na utilização de processos e de técnicas de troca de informações seguras.

#### 3.1.5.1 Uso da função ALE

O uso do Sistema Automático de Enlace (*Automatic Link Establishment – ALE*), constitui-se primordial nas comunicações em áreas de selva pois aumentam a confiabilidade do enlace e proporcionam maior eficiência no período noturno, onde há grande oscilação da Frequência Ótima de Trabalho (FOT). Possui a capacidade de selecionar a melhor frequência dentre várias programadas por *Software* e estabelece o enlace em um canal único.<sup>2</sup>

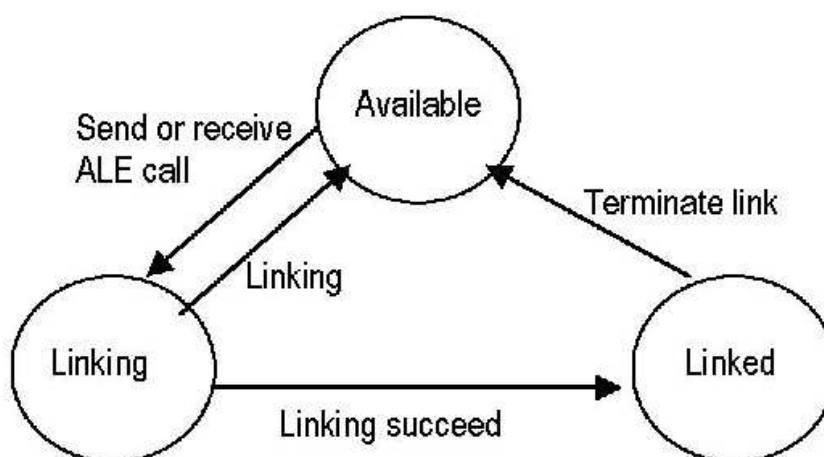
---

<sup>2</sup> Frequência Ótima de Trabalho (FOT): Frequência máxima de trabalho que pode ser utilizada num dado período, durante 90 por cento dos dias do mês, no estabelecimento de uma radiocomunicação via ionosfera entre estações fixas. (ANACOM, 2020)

O sistema ALE permite programar o equipamento de forma que as estações emitam *sound* e, de forma transparente ao operador, escolham e memorizem a melhor frequência de operação para cada horário. Dessa forma, quando se efetuar uma chamada, o equipamento escolherá a melhor frequência da sua família e a utilizará para realizar o enlace. Os *sounds* são emissões de sinal teste em broadcasting (radiodifusão) que identificam as estações transmissoras e permitem as estações que recebem o sinal avaliá-lo e formar uma lista com ordem de qualidade por estação, dentro de horários estabelecidos (LIVROZILLA, 2022).

Por tratar-se de uma conexão lincada, a conexão ALE caracteriza-se por um processo de troca de informações segura, aumentando a segurança das comunicações. O uso desta tecnologia é vital nas comunicações através selva.

**Figura 7** – Desenvolvimento de um enlace em ALE



Fonte: Hasan & Shaameri, 2006.

### 3.1.5.2 Uso da criptografia Citadel

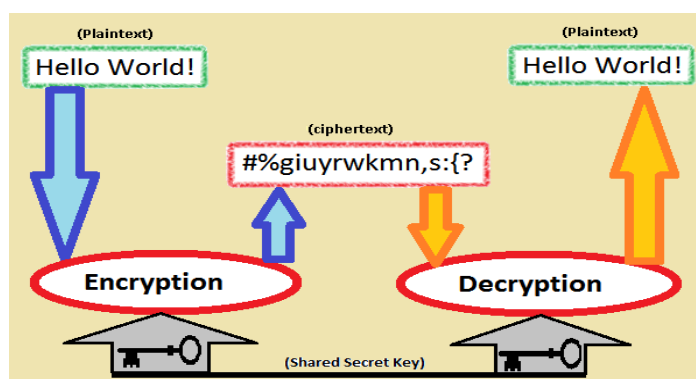
Já a Criptografia Citadel Harris provê uma segurança no enlace necessária as operações militares, para utilização em voz digital e dados. Esta função é importante na medida em que fornece o sigilo adequado as tropas na utilização do rádio contra forças adversas que atuam em ilícitos transfronteiriços e ambientais.

No entanto, por envolver um *Software* de criptografia, o fabricante possui controle da tecnologia, podendo restringir seu uso e administrá-la da forma que convier.



O emprego de sistemas criptológicos constitui-se, em um dos principais meios de segurança das comunicações existentes, sendo recomendável a utilização desta tecnologia nas comunicações através selva.

**Figura 8** – Esquemática de um processo de criptografia



Fonte: Criptografia, 2022.

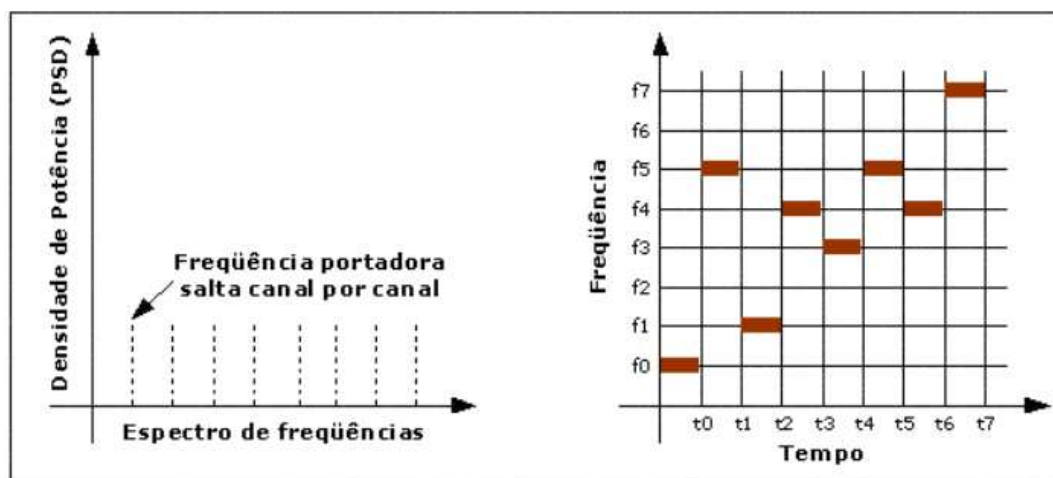
### 3.1.5.3 Salto de frequência (*Frequency Hopping*)

Na técnica de *spread spectrum* empregando a tecnologia por saltos de frequência, a informação transmitida “salta” de um canal para outro numa seqüência chamada de pseudo-aleatória. Esta seqüência é determinada por um circuito gerador de códigos “pseudo-randômicos” que na verdade trabalha num padrão pré-estabelecido. O receptor por sua vez deve estar sincronizado com o transmissor, ou seja, deve saber previamente a seqüência de canais onde o transmissor vai saltar para poder sintonizar estes canais e receber os pacotes transmitidos (TELECO, 2022).

Possui como vantagens a maior imunidade a transferências e a pequena probabilidade de diferentes usuários utilizarem a mesma frequência de canais. Como desvantagens está a ocupação maior do espectro em razão da utilização de diversos canais ao longo da banda e o sincronismo entre a transmissão e a recepção é mais crítico (TELECO, 2022).

Por estes dois motivos, citados acima, visualizou-se a não utilização do Salto de frequência em ambiente de selva, no qual há uma relativa dificuldade em estabelecer uma conexão transmissor-receptor de elevada qualidade, o que resultaria em uma maior probabilidade de queda de enlaces e a limitação de canais disponibilizados no espectro eletromagnético pela ANATEL às Forças Armadas.

**Figura 9** – Esquemática do Salto de frequência x tempo



Fonte: Oliveira & Filho, 2022.

### 3.1.6 Especificidades da comunicação rádio amazônica

As principais características que afetam as ligações HF na região são a sinuosidade dos rios e o adensamento florestal. Estes fatores afetam o direcionamento de antenas e a utilização das ondas ionosféricas.

**Figura 10** – Sinuosidade dos rios Solimões e Juruá



Fonte: Gerst, 2022.

Como forma de minimizar as variáveis direcionais da navegação pelos rios da região, foram adaptadas nas embarcações antenas verticais em substituição das antenas dipolo, antes existentes.

**Figura 11** – Antena Dipolo Multibanda YA-30 unidirecional utilizada nas embarcações nos rádios YAESU SYSTEM 600



Fonte: Hamradiopyp, 2022.

**Figura 12** – Antena Vertical omnidirecional adaptada a embarcação utilizada nos rádios MPR-9600 Falcon II



Fonte: O Autor, 2022.

**Figura 13** – Montagem de um Posto de Comando embarcado



Fonte: O Autor, 2022.

### 3.1.7 As comunicações satelitais

Também fundamentais para a eficiência nas comunicações nas regiões de selva estão a utilização de equipamentos satelitais que fornecem eficiência e aumentam a confiabilidade do sistema.

#### 3.1.7.1 Utilização da telefonia satelital

Um telefone via satélite direciona as chamadas via satélite em vez de torres de celular em terra. Há um número de redes de satélite que são usadas para fazer chamadas, mas elas geralmente se enquadram em dois campos: a órbita geossíncrona e baixa da Terra. Satélites geossíncronos ficam acima de um único ponto na Terra, embora eles estejam em órbita a 20.000 milhas de distância da superfície do planeta. Essas redes podem ter um atraso de transmissão perceptível por causa da distância dos satélites e geralmente cobrem uma área que é mais limitada em latitude do que as redes de órbita baixa da Terra (TIPSANDTRICS, 2022).

Quando você faz uma ligação, ela é transmitida do seu telefone para o satélite mais próximo (você geralmente precisa de conexões de linha com os satélites, e por isso os telefones satelitais funcionam melhor do lado de fora), transmitidos pela constelação de satélites do seu provedor e de volta para a pessoa que você está tentando ligar. Se você estiver ligando para um telefone não satélite, a chamada é encaminhada por uma estação terrestre que a conecta à rede telefônica local (TIPSANDTRICS, 2022).

Os telefones satelitais podem custar de \$600 a \$1200 dólares e o custo de ligação, atualmente, pode variar de R\$ 2,00 a R\$ 20,00 o minuto em um chip pré-pago que possui duração de 6 meses (WILKINS, H, 2022).

**Figura 14** – Modelos de telefones satelitais (O Inmarsat é o existente na 16ª Bda Inf SI



Fonte: Tipsandtrics, 2022.

### 3.1.7.2 Uso de equipamentos BGAN

Os equipamentos *Broadband Global Area Network* (BGAN) servem para que uma tropa destacada no terreno possa acessar a rede de dados (internet) por meio da utilização de satélites geoestacionários. Os preços variam de R\$ 7.500 a R\$ 25.000 na versão terrestre e de R\$ 20.000 a R\$ 60.000 na versão marítima, de acordo com fonte do site [Globalcomsatphone.com](http://Globalcomsatphone.com). O custo de operação, atualmente, de 500 unidades (equivalente a 54 MB), válida por 180 dias, foi orçada a R\$2.820,00 de acordo com o Pregão 16/2020, do 6º Batalhão de Engenharia de Construção.

**Figura 15** – Terminal BGAN Explorer 500 Terrestre



Fonte: Globalsatphonecom, 2022.

**Figura 16** – Terminal BGAN Marítimo

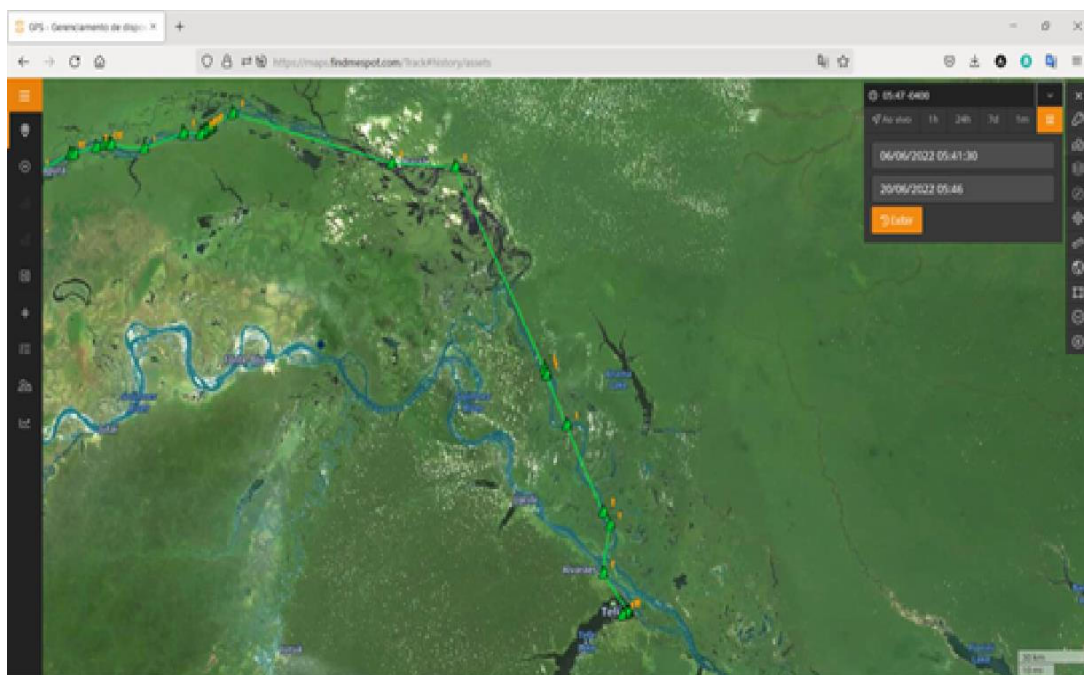
Fonte: TS2, 2022.

### 3.1.7.3 Uso de aparelhos SPOT de geolocalização

As operações em regiões de selva exigem do Comandante Militar uma adequada consciência situacional em todos os escalões e os aparelhos SPOT permitem com que possam ser visualizadas as tropas no terreno. Esse rastreador pessoal normalmente permanece ligado nas embarcações, ao ar livre, e necessita que um plano seja contratado junto a empresa especializada, permitindo também o envio de mensagens pré-programadas. Os aparelhos SPOT custam de R\$ 1.200,00 a R\$ 2.000,00 e a assinatura custa cerca de R\$ 1.200 ao ano por aparelho (FINDMESPOT, 2022).

**Figura 17** – Rastreador pessoal SPOT GEN 3 utilizado na 16ª Bda Inf SI

Fonte: Findmespot, 2022.

**Figura 18** – Exemplo do rastreamento de uma embarcação

Fonte: O Autor, 2022.

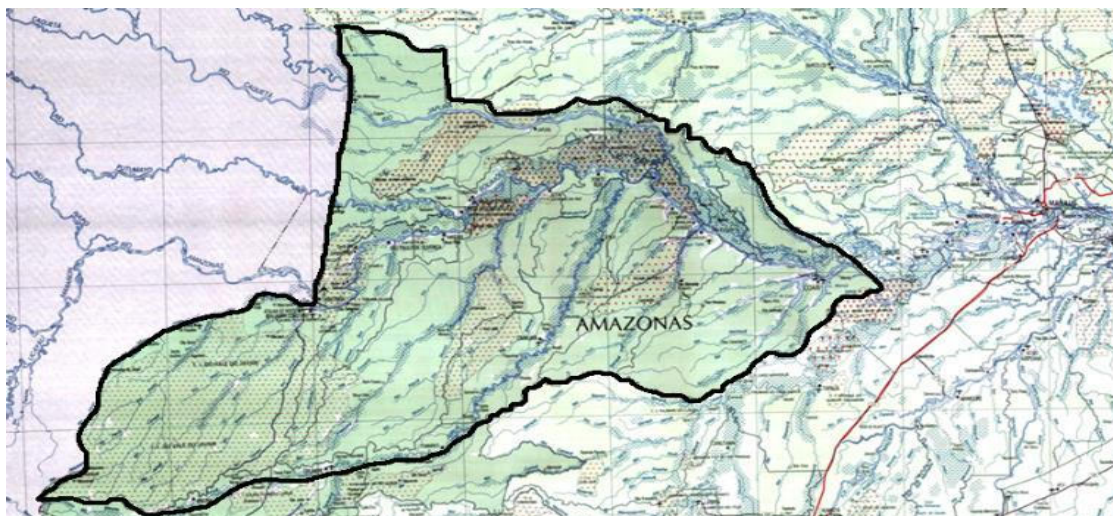
## 4 A 16ª BRIGADA DE INFANTARIA DE SELVA

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA E SUA MISSÃO

A 16ª Brigada de Infantaria de Selva (16ª Bda Inf SI) é uma Grande Unidade operacional do Exército Brasileiro responsável por vigiar a faixa de fronteira compreendida entre a Cachoeira de Machado (N) e a foz do rio Jaquirana (S), proporcionando o alerta oportuno sobre a atuação de forças oponentes que possam comprometer a integridade do território nacional. (BRASIL, 2022b)

A Subárea de Segurança Integrada (SASI-4) da 16ª Bda Inf SI é balizada ao norte e nordeste pelo Rio Japurá, ao sul e sudeste pelo Rio Juruá e a oeste por um trecho de mil seiscentos e trinta e dois quilômetros de fronteiras com a Colômbia e o Peru (figura 19). Essa superfície abrange cerca de 466.000 Km<sup>2</sup>. (BRASIL, 2018).



**Figura 19** – Subárea de Segurança Integrada (SASI-4)

Fonte: 16ª Brigada de Infantaria de Selva, 2018.

Cabe a esta grande unidade elaborar o planejamento, o preparo e o emprego de tropa na região para garantir os Poderes Constitucionais, a Lei e a Ordem, manter a soberania brasileira e a integridade do patrimônio (incluem-se aí recursos hídricos, minérios, biodiversidade e combustíveis fósseis) e do território, particularmente em sua SASI, onde estabelece organização territorial, operacional e logística (BRASIL, 2018; DUARTE, 2007; NUNES, 2018).

A sua imensa extensão, somada a ausência de núcleos populacionais com a presença de instituições públicas tornam essa fronteira extremamente permeável. Segundo a 16ª Bda Inf SI, seus efetivos presentes na sua área de responsabilidade não ultrapassam os 2500 (dois mil e quinhentos) homens, o que dificulta a efetiva fiscalização e vigilância dessa fronteira. Ressalta-se que esse fato propicia aos mais variados atores a exploração ilegal de uma parte de seus recursos naturais estratégicos, particularmente, as suas riquezas minerais, com destaque para o ouro, e biodiversidade (FRANCO, 2019).

No aspecto militar, o baixo índice de desenvolvimento humano, a insipiente presença de órgãos de fiscalização pública e o grande vazio demográfico, também são aspectos que contribuem para o aumento de atividades criminosas contra os recursos naturais e permitem o homizio e ocultação de criminosos nacionais e estrangeiros. A falta de estradas e a dependência dos rios e aeroportos para ligações entre as cidades impactam nas operações militares, sendo os meios fluviais e aéreos imprescindíveis para qualquer movimento de tropa entre esses municípios para

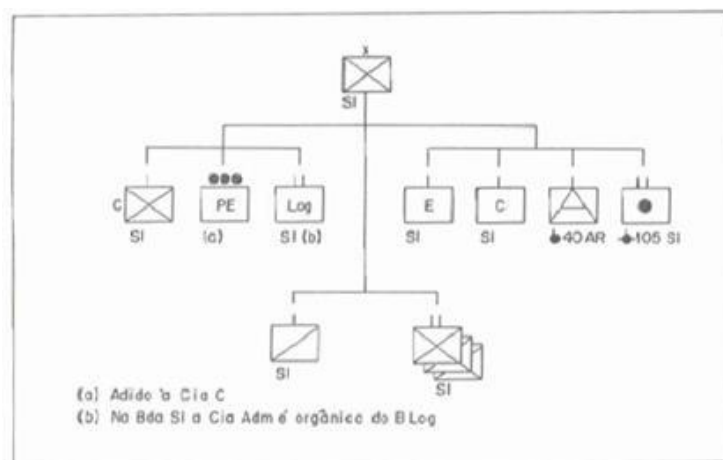


realização de operações de cooperação e coordenação de agências (PINHEIRO, 2010).

#### 4.1.1 A organização da 16ª Bda Inf SI

De acordo com o manual C 7-30 (Brigadas de Infantaria), de 1984, ainda em vigor, a Brigada de Infantaria de Selva conta com 03 Batalhões de Infantaria de Selva (Btl Inf SI), 01 Esquadrão de Cavalaria de Selva (Esqd C SI), 01 Grupo de Artilharia de Campanha 105AP (GAC 105 AP), 01 Bateria de Artilharia Antiaérea (Bia AAe), 01 Batalhão Logístico de Selva (B Log SI), 01 Companhia de Engenharia de Selva (Cia Eng SI), 01 Companhia de Comando (Cia Cmdo), 01 Companhia de Comunicações (Cia Com SI) e 01 Pelotão de Polícia do Exército (Pel PE), totalizando 11 OMDS<sup>3</sup>.

**Figura 20** – Brigada de Infantaria de Selva



Fonte: C 7-30 Brigadas de Infantaria (1984)

Contudo a 16ª Bda Inf SI, possui uma organização reduzida, formada por apenas oito OMDS. Essas organizações são o Comando de Fronteira Solimões/8º Batalhão de Infantaria de Selva (CFSol/8º BIS), Comando da 16ª Brigada de Infantaria de Selva, 17º Batalhão de Infantaria de Selva (17º BIS), Companhia de Comando da

<sup>3</sup> ORGANIZAÇÃO MILITAR DIRETAMENTE SUBORDINADA - Denominação genérica atribuída à unidade de tropa, repartição, estabelecimento, navio, base, arsenal ou qualquer outra unidade administrativa, tática ou operativa, das Forças Armadas subordinada a outra organização. (BRASIL, 2015)

16ª Brigada de Infantaria de Selva (Cia C/16ª Bda Inf SI), 34º Pelotão de Polícia do Exército (34º Pel PE), 16ª Base Logística de Selva (16ª BaLog), 16º Pelotão de Comunicações de Selva (16º Pel Com SI), além da Base Administrativa da Guarnição de Tefé (B Adm Gu Tefé) e do Posto Médico da Guarnição de Tefé (PMGu Tefé). (BRASIL, 2022c)

**Figura 21** – Organização da 16ª Bda Inf SI



Fonte: BRASIL, 2022c.

#### 4.1.2 O 16º Pelotão de Comunicações de Selva

O 16º Pel Com SI está instalado em Tefé e foi criado em Portaria Ministerial no ano de 2004. É uma organização militar de nível pelotão. As suas missões são instalar, explorar e manter o sistema de comunicações em toda a área de atuação da Bda, permitindo o exercício do comando e controle. Mantém contato diário com os PEF e CF Sol/8º BIS. (FRANCO, 2019).

Além disso, esta organização é uma das responsáveis pelo sistema de Comando e Controle da 16ª Bda Inf SI, desempenhando a atividade de operar o Posto de Comando (PC da 16ª Bda Inf SI) quando em missões operacionais (BRASIL, 2016).

## 4.2 PRINCIPAIS DELITOS TRANSFRONTEIRIÇOS E AMBIENTAIS EXISTENTES NA REGIÃO

### 4.2.1 O Tráfico de drogas

Segundo Andrade et al. (2019), o tráfico de drogas no arco norte se tornou um ambiente oportuno para guerrilheiros, narcotraficantes e contrabandistas. Temos como exemplo pequenas embarcações particulares (figura 22) ou de transporte de pessoas, que necessitam de regulares revistas e patrulhas para coibir este ilícito.

**Figura 22** - Integrantes da 16ª Bda Inf SI realizam revista de embarcações durante Operação Escudo 2018



Fonte: 17º BIS, 2018.

#### 4.2.2 O garimpo ilegal

Ainda segundo Andrade et al. (2019), as dificuldades geográficas constituem obstáculo à entrada de forças legais, também são uma barreira para a atuação do Estado Brasileiro em suas operações militares, policiais e de fiscalização tornando o ambiente propício para instalação do garimpo. No contexto destas operações, os esforços se concentraram, sobretudo, nas margens dos rios Bóia (figura 23), Jandiatuba, Jutaí e Puruê. Nessas ocasiões foram apreendidas motobombas, mercúrio, combustível, mangueiras, geradores, dragas e motosserras. Destaca-se a apreensão de 05 (cinco) dragas e a destruição de outras 02 (duas) no Rio Jutaí, durante a operação Poraquê III, realizada nos meses de março e abril de 2018, reduzindo a exploração ilegal de ouro e outros minérios bem como os danos dessa atividade ao meio ambiente, o que favorece a preservação dos ecossistemas e sua biodiversidade (CCOMSEX, 2018).

**Figura 23** - Degradação ambiental nas margens do Rio Bóia pela atividade de garimpo ilegal



Fonte: 17º BIS, 2018.

#### 4.2.3 A Extração ilegal de madeira

Outro crime combatido na Brigada das Missões é a extração ilegal de madeira (figura 24). Este crime ocorre, principalmente, na fronteira entre o Brasil-Colômbia e Brasil-Peru, onde são encontradas madeiras nobres como cedro, o Louro e a Andiroba. Ao serem descobertas, essas cargas de madeira ficam retidas e seus proprietários autuados em flagrante, o que colabora para diminuição desse tipo de crime contra os recursos naturais do Brasil (16ª Bda Inf SI, CCOMSEX, 2018).

**Figura 24** - Madeira apreendida pela 16ª Bda Inf SI no âmbito de operação de combate aos crimes contra o patrimônio natural nacional



Fonte: 16ª Bda Inf SI, 2018.



#### 4.2.4 A Caça de animais silvestres e a pesca predatória

Segundo CComSEX (2018), o comércio de animais e a pesca predatória são outros exemplos de crimes ambientais cometidos na área do CMA, parte das espécies são só encontradas na região, o que aumenta o interesse no comércio dos animais. Durante os meses de dezembro a março, acontece o defeso, que é a proibição de pesca de certas espécies por estarem em reprodução, onde aumenta-se a necessidade de intensificar a fiscalização (figura 25).

**Figura 25** - Tambaquis apreendidos pela 16ª Bda Inf SI no âmbito de operação contra os crimes ambientais que afetam a biodiversidade



Fonte: 16ª Bda Inf SI, 2018.

### 4.3 O EMPREGO DAS FORÇAS ARMADAS EM FAIXA DE FRONTEIRA

#### 4.3.1 Definição de faixa de fronteira

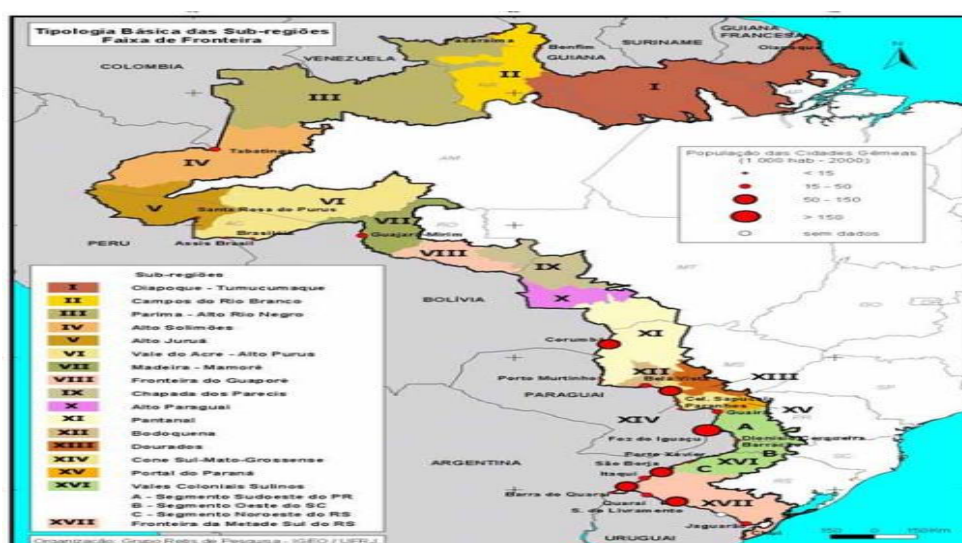
Do ponto de vista legal, a faixa de fronteira é definida como uma linha imaginária constituída por uma faixa interna de terras que se estende de 0 a 150 km, paralelamente à linha divisória terrestre do território nacional com outros países, e que desde 1955 (Lei 2.597 de 1955) identifica-se fisicamente com a zona de segurança nacional. Do ponto de vista jurídico, a faixa de fronteira, conceito renovado na Constituição de 1988, vem assim definida: “faixa de até 150 km de largura, ao longo

das fronteiras terrestres, designada como faixa de fronteira, é considerada fundamental para a defesa do território nacional e sua ocupação e utilização serão regulamentadas por lei”.

Sobre a Faixa de Fronteira, cabe destacar a Lei nº 6.634, decretada em 02 de maio de 1979, que dispõe sobre a Faixa de Fronteira, e dá outras providências:

Art. 1º. - É considerada área indispensável à Segurança Nacional a faixa interna de 150 Km (cento e cinquenta quilômetros) de largura, paralela à linha divisória terrestre do território nacional, que será designada como Faixa de Fronteira.

**Figura 26** – Faixa de fronteira brasileira com Subáreas



Fonte: BRASIL, 2022.

Dessa forma, a faixa de fronteira requer especial atenção dos poderes públicos pois considera-se vital para a manutenção da soberania e proteção da pátria.

#### 4.3.2 Normatização do emprego das FFAA

Verifica-se pela Figura 26, que a 16ª Bda Inf SI abarca a Subregião IV- Alto Solimões, que incluem os municípios de Tabatinga, Benjamin Constant, Atalaia do Norte, São Paulo de Olivença, Amaturá, Santo Antônio do Iça, Jutai e Tonantins e um pertencente a Subregião III – Alto Rio Negro, o município de Japurá.

Do ponto de vista jurídico, a Constituição Federal de 1988 prevê como responsabilidade da União a defesa de recursos estratégicos, proteção ambiental e a integridade nacional. Onde verifica-se no trecho abaixo:

**Art. 20.** São bens da União: (EC no 46/2005)

[...]

II – **as terras devolutas indispensáveis** à defesa das fronteiras, das fortificações e construções militares, das vias federais de comunicação e à **preservação ambiental**, definidas em lei; (grifo do autor)

III – **os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio**, ou que banhem mais de um Estado, **servam de limites com outros países**, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais; (grifo do autor)

[...]

IX – os **recursos minerais**, inclusive os do subsolo; (grifo do autor)

[...]

XI – as **terras tradicionalmente ocupadas pelos índios**. (grifo do autor)

§ 1º É assegurada, nos termos da lei, à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios a **participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais** no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração.

§ 2º **A faixa de até cento e cinquenta quilômetros de largura, ao longo das fronteiras terrestres**, designada como faixa de fronteira, é considerada fundamental para defesa do território nacional, e sua ocupação e utilização serão reguladas em lei. (grifo do autor)

**Art. 23.** É competência comum da **União**, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: (EC no 53/2006 e EC no 85/2015): (grifo do autor)

[...]

VI – proteger o meio ambiente [...];

VII – preservar as florestas, a fauna e a flora;

[...]

XI – registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios;

[...].

**Art. 24.** Compete à **União**, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre: (EC no 85/2015): (grifo do autor)

[...]

VI – florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, **defesa do solo e dos recursos naturais**, proteção do meio ambiente e controle da poluição (grifo do autor)

**Art. 225.** Todos têm direito ao **meio ambiente ecologicamente equilibrado**, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, **impondo-se ao Poder Público** e à coletividade o dever de **defendê-lo** e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (grifo do autor)

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

[...]

II – **preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País** e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético; (grifo do autor)

[...]

§ 4º A **Floresta Amazônica brasileira**, [...] são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a **preservação do meio ambiente**, inclusive quanto ao uso dos **recursos naturais**. (grifo do autor)

A legitimidade para emprego das FFAA foi dada ainda pela Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999, que dispõe sobre as normas gerais para a organização, preparo e emprego das Forças Armadas, onde consta:

Art. 16-A. Cabe às **Forças Armadas**, além de outras ações pertinentes, também como atribuições subsidiárias, preservadas as competências exclusivas das polícias judiciárias, atuar, por meio de ações preventivas e repressivas, na **faixa de fronteira terrestre**, no mar e nas águas interiores, independentemente da posse, da propriedade, da finalidade ou de qualquer gravame que sobre ela recaia, contra delitos transfronteiriços e ambientais, isoladamente ou em coordenação com outros órgãos do Poder Executivo, executando, dentre outras, as ações de: (grifo do autor)

I - **patrulhamento**; (grifo do autor)

II - **revista de pessoas, de veículos terrestres, de embarcações e de aeronaves**; e (grifo do autor)

III - **prisões em flagrante delito**. (grifo do autor)

#### 4.3.3 Características peculiares do ambiente de selva para as operações

Algumas características peculiares do ambiente operacional de selva estão descritas no manual EB 70-MC-10.223 Operações (BRASIL, 2017, p. 6-1), são elas:

**6.2.1** O ambiente operacional de selva possui as seguintes características gerais:

- a) largas áreas de floresta densa;
- b) clima tropical úmido;
- c) biodiversidade de flora e fauna;
- d) elevados índices de temperatura e umidade;
- e) vasta rede hidrográfica, sujeita à sazonalidade do regime pluvial;
- f) rede rodoviária rarefeita, ou mesmo inexistente;
- g) presença de moléstias tropicais; e
- h) baixa densidade populacional.

Segundo este mesmo manual, as outras características operacionais são:



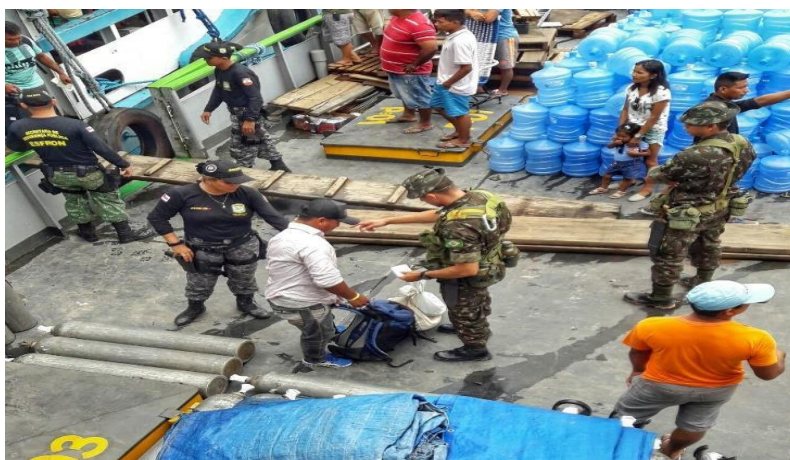
**6.2.3.1** As condições de clima e vegetação conferem às operações desenvolvidas nesse tipo de ambiente operacional as seguintes características principais:

- a) emprego de pequenas frações;
- b) restrições ao emprego de meios de transporte motorizados, mecanizados e blindados;
- c) importância do controle das localidades;
- d) ações táticas descentralizadas;
- e) restrições ao emprego de meios de comunicações; (grifo nosso)**
- f) restrições de apoio de fogo;
- g) necessidade de apoio logístico cerrado, de modo a permitir, se necessário, o suprimento direto às pequenas frações;
- h) importância do emprego de meios fluviais e aéreos; e
- i) dificuldade de orientação

#### **4.3.4 Formas de emprego**

O emprego da 16ª Bda Inf SI se dá preponderantemente por meio de Operações Conjuntas (Figura 27) com órgãos de segurança pública federais, estaduais e municipais, tais como a Marinha do Brasil, Fundação Nacional do Índio (FUNAI), Polícia Federal (PF), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Polícia Militar do Amazonas (PM-AM) e Polícia Civil do Amazonas, entre outros. Neste sentido, toma-se como exemplo algumas das operações realizadas no ano de 2018 por esta Brigada: Escudo, Base Anzol, Forças Unidas, Curaretinga, Poraquê I, II, III, IV, V e VI, que permitiram o combate aos crimes contra o patrimônio nacional, contribuindo para preservação das reservas minerais, do meio ambiente e sua biodiversidade e dos recursos hídricos (FRANCO, 2019).

**Figura 27** - Integrantes da 16ª Bda Inf SI realizam revista em embarcação em cooperação com profissionais da Secretaria de Segurança Pública de Coari – AM.



Fonte: 17º BIS, 2018.

#### **4.3.5 Considerações parciais acerca do emprego da 16ª Bda Inf SI que influem no Comando e Controle**

O emprego da 16ª Bda Inf SI, normalmente é desdobrado juntamente com órgãos de segurança pública e dos Pelotões Especiais de Fronteira (PEF), por intermédio de meios fluviais, onde são realizadas ações preventivas e repressivas. Esse emprego normalmente se dá por pequenas frações, táticas descentralizadas e apoio logístico cerrado. Essas características requerem meios de comunicações dotados de grande amplitude e adaptados a grandes e pequenas embarcações, onde incluem-se a comunicação satelital e os rádios modulados em amplitude na faixa de Alta frequência (HF).

## **5 PERSPECTIVAS DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA HF CELULAR COM O PROJETO SISFRON**

Seguem palavras do Gen Ex Estevan Teophilo, Comandante Militar da Amazônia no biênio 2020/2021, concedida ao portal [www.agroflorestamazonia.com](http://www.agroflorestamazonia.com), acerca da implantação do sistema HF celular na Amazônia Ocidental e das próximas fases do SISFRON

“O Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON) é um sistema integrado de sensoriamento, de apoio à decisão e de emprego

operacional cujo propósito é fortalecer a presença e a capacidade de ação do Estado na faixa de fronteira. Para o Exército, o SISFRON deverá, além de incrementar a capacidade de monitorar as áreas de fronteira, assegurar o fluxo contínuo e seguro de dados entre diversos escalões da Força Terrestre, produzir informações confiáveis e oportunas para a tomada de decisões, bem como atuar prontamente em ações de defesa ou contra delitos transfronteiriços e ambientais. Além de servir de instrumento para a integração da atuação dos vários escalões de emprego da Força Terrestre, o SISFRON terá condições de compartilhar os benefícios de seus produtos e serviços com outros órgãos governamentais em todos os níveis. O Comando Militar da Amazônia (CMA) configura inicialmente na fase 3A do SISFRON, contemplando as áreas de responsabilidade dos Pelotões Especiais de Fronteira (PEF) das 2ª e 16ª Brigadas de Infantaria de Selva, sediadas nas cidades de São Gabriel da Cachoeira e Tefé, respectivamente. A escolha destes PEF foi feita em virtude da alta demanda de necessidade de monitoramento da faixa de fronteira em que estão debruçados, contribuindo para a defesa da pátria. O objetivo é dotá-los de sistemas e equipamentos que contribuirão com a vigilância da fronteira realizada pelos PEF. Essas soluções são compostas por Comunicações Táticas, do Sistema HF Celular e Optrônicos. O sistema de Comunicações Táticas possibilitará ao PEF desdobrar as suas patrulhas em uma área maior de atuação, mantendo a capacidade de comando e controle em melhores condições. São antenas e rádios que serão entregues, adaptados às demandas e realidades da selva amazônica. **O sistema HF Celular permitirá uma cobertura de sinal rádio em toda a área do CMA, permitindo que as tropas possam atuar com melhor utilização da infraestrutura estratégica de comunicações.** Os equipamentos oprônicos são compostos por binóculos termais que darão melhores condições ao soldado de vigiar e patrulhar a área de interesse na fronteira, possibilitando uma acurácia visual muito maior, principalmente à noite. O recebimento desses sistemas está previsto para final de 2020 (optrônicos) e a instalação (Comunicações Táticas e HF Celular) para 2021. Por serem equipamentos de última geração, serão necessários cursos para habilitar os militares a utilizarem da melhor forma, aumentando a capacidade de defesa do território brasileiro". (grifo nosso)

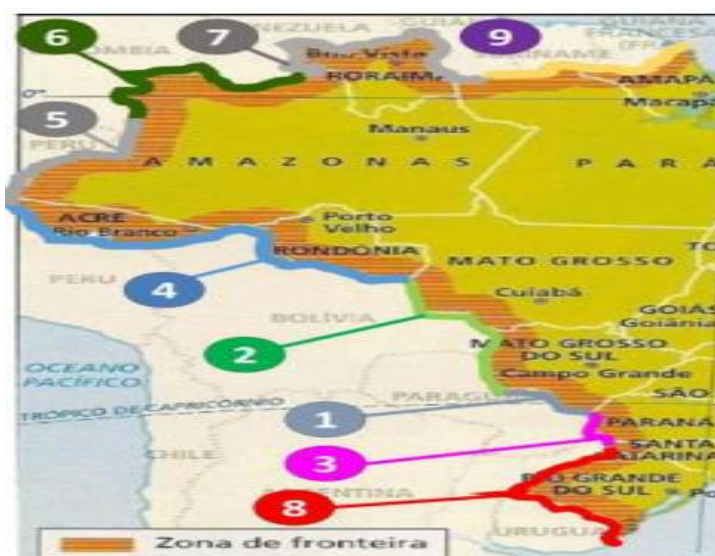
## 5.1 FASES DO PROJETO SISFRON NA REGIÃO

O SISFRON faz parte do Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre (SC2FTer) e tem o objetivo de dotar o Exército de meios que lhe proporcionem

presença efetiva em áreas de interesse do Território Nacional, particularmente na faixa de fronteira terrestre brasileira, cooperando para a manutenção da soberania nacional e contribuindo, com outros órgãos responsáveis, no combate aos crimes e outras ameaças transnacionais. (BRASIL, 2010).

A implantação do Programa SISFRON está faseada e abrange toda a faixa de fronteira brasileira, como pode-se visualizar na Figura 28 e no Quadro 3.

**Figura 28** – Áreas de implantação (mapa)



Fonte: Peretti Junior, 2020.

**Quadro 3** – Áreas de implantação (Brigadas)

FASE	UF	GRANDE UNIDADE
1 (Projeto piloto)	MS	4ª Brigada de Cavalaria Mecanizada
2	MS e MT	18ª Brigada de Infantaria de Fronteira 13ª Brigada de Infantaria Motorizada
3	PR e SC	15ª Brigada de Infantaria Mecanizada 14º Regimento de Cavalaria Mecanizado
3A	AM	11 PEF/16ª Brigada de Infantaria de Selva e 2ª Brigada de Infantaria de Selva
4	RO e AC	17ª Brigada de Infantaria de Selva
5	AM	16ª Brigada de Infantaria de Selva
6	AM	2ª Brigada de Infantaria de Selva
7	RR	1ª Brigada de Infantaria de Selva
8	RS	3ª Divisão de Exército
9	AP	22ª Brigada de Infantaria de Selva

Fonte: Peretti Junior, 2020.

De acordo com o Ministro da Defesa Fernando Azevedo e Silva na Resposta ao Requerimento de Informação nº 627/2019, de 05 de julho de 2019, os novos prazos de implantação são os seguintes:

**Quadro 4** – Novos prazos do Projeto SISFRON atualizado em 2019

Fase	Áreas	Período de implantação previsto (*2)
1	- 4ª Bda C Mec (Projeto Piloto)	2012 - 2019
2	- 13ª Bda Inf Mtz - 18ª Bda Inf Mtz	2018-2022
3	- 15ª Bda Inf Mec - 14º RCMec	
3 A (*1)	- Pelotões Especiais de Fronteira (PEF) do CMA	
4	- 17ª Bda Inf SI	2021-2026
5	- 16ª Bda Inf SI	2025-2028
6	- 2ª Bda Inf SI	2027-2030
7	- 1ª Bda Inf SI	2028-2032
8	- 3ª DE (1ª, 2ª e 3ª Bda C Mec) - 8ª Bda Inf Mtz	2030-2034
9	- 22ª Bda Inf SI	2032-2035

(\*1) A implantação deverá ocorrer por meio dos Módulos Especiais de Fronteira (MEF), com previsão de início nos PEF de Ipiranga e Vila Bittencourt.

Fonte: Silva, 2019.

Verifica-se que a implantação do Projeto SISFRON na 16ª Bda Inf SI consiste nas Fases 3A e 5 e estão previstas para serem concluídas até 2028.

Atualmente, encontram-se sendo realizadas capacitações de militares para o recebimento de binóculos termais e optrônicos, referentes a Fase 3A, como pode observar na figura abaixo:

**Figura 29** – Capacitação de militares com binóculos termais



Fonte: ComSoc CComGEX, 2021.

## 5.2 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA HF CELULAR

Em 09 de dezembro de 2021, o Exército Brasileiro selecionou a empresa Collins Aerospace, uma unidade da Raytheon Technologies Corp., para fornecer seu sistema de Comunicações HF Celular como parte do Programa Estratégico Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON), para incrementar a capacidade de comunicações das Forças que operam na região amazônica (DEFESANET, 2022a).

Segundo a empresa, ela pretende colocar em rede as estações de rádio fixo, e integrá-lo à infraestrutura de comunicações existente, os usuários móveis de HF experimentarão altas taxas de sucesso de conexão, na primeira tentativa (DEFESANET, 2022a).

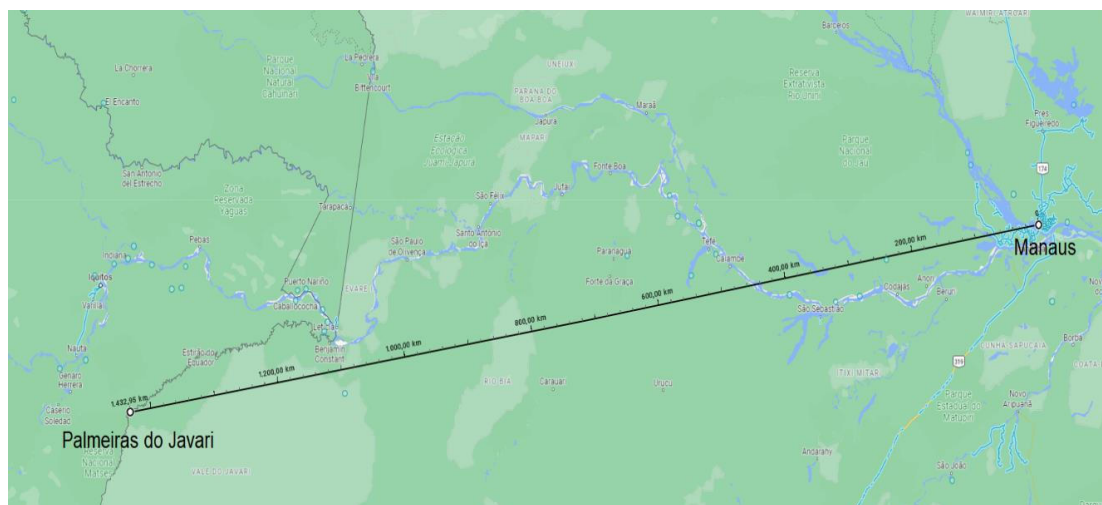
"Pode ser árduo para os soldados estabelecerem comunicações de longa distância confiáveis e seguras em regiões remotas da selva amazônica", disse Marcelo Vaz, diretor da Collins Aerospace no Brasil. "Nosso sistema HF Celular é fácil de usar, permitindo conexões rápidas e de longas distâncias, em ambientes difíceis de estabelecer enlaces de comunicações, potencializando as capacidades dos ativos móveis de HF existentes" (DEFESANET, 2022a).

O sistema HF Celular também ampliará as capacidades de interoperabilidade dos ativos terrestres, navais e aéreos por meio do HF. O sistema Collins Aerospace HF Celular é escalável, com capacidade de expansão para além da região amazônica e de oferecer cobertura em toda extensão do Brasil, especialmente em áreas remotas da fronteira (DEFESANET, 2022a).

De acordo com a empresa, o sistema HF Celular tem a capacidade de aumentar o alcance da infraestrutura HF existente, permitindo que as tropas se conectem com centros de comando que estejam a mais de 2.400 quilômetros de distância através dos atuais rádios HF de pelotão manuais (TECNODEFESA, 2022).



**Figura 30** – Distância reta entre Manaus – Palmeiras do Javari (1432 Km)



Fonte: Google Maps, 2022.

### 5.3 CONCEITO DO SISTEMA HF CELULAR SEGUNDO MOTTA

Segundo o Capitão de Mar e Guerra Marcelo Jorge de Assis Motta (2022, p. 2 e 3), Gerente de Marketing na América Latina da empresa Collins Aerospace, o sistema HF Celular proporciona a um usuário móvel, independentemente de sua localização, a escolha da melhor frequência de operação – por meio de técnica de diversidade de frequência – e da melhor estação de conexão – por meio de técnica de diversidade espacial – proporcionando assim o estabelecimento de conexão de forma rápida e eficiente.

Para tanto, o HF Celular faz uso da porção do espectro eletromagnético na faixa de HF (3 a 30 MHz), onde a onda eletromagnética, após ser transmitida, atinge a ionosfera e sofre um processo de refração contínua e, de forma similar a uma reflexão, retorna à superfície do planeta. (MOTTA, 2022, p.1)

Mais recentemente, foi desenvolvido o protocolo *Automatic Link Establishment* (ALE), onde a unidade transmissora e a receptora realizam rápido protocolo antes de se iniciar a comunicação propriamente dita, de forma a se escolher a melhor frequência de operação para aquelas circunstâncias. A introdução do protocolo ALE nas comunicações em HF proporcionou substancial melhoria da qualidade delas, mas não resolveu definitivamente o problema. (*Ibid*, p.2)

A introdução pela empresa Collins Aerospace, do HF Celular, proporcionou uma mudança de paradigma nas comunicações em HF. Verifica-se a existência de um conjunto de estações terrestres, integradas em rede por meio de um servidor, em que entrada da unidade móvel à rede se dá pela estação que proporciona melhor cobertura. Consiste, portanto, de um backbone de comunicações, instalado em sítios terrestres, criando um “guarda-chuva” eletromagnético na área de cobertura de interesse (*Ibid*).

A operação em rede possibilita alta probabilidade de estabelecimento de comunicação na primeira tentativa, tipicamente acima de 90%. Pode operar com rádios móveis de qualquer fabricante, desde que disponham do protocolo ALE 2G (ALE de segunda geração), preservando, portanto, o investimento anteriormente feito. Os rádios móveis podem ser instalados em aeronaves, embarcações, viaturas ou serem do tipo manpack (*Ibid*).

O HF Celular pode contribuir também para as atividades de Comando e Controle, pois informações de posicionamento GPS podem ser repassadas por meio dos rádios móveis, de forma automática, aos centros de Comando e Controle.

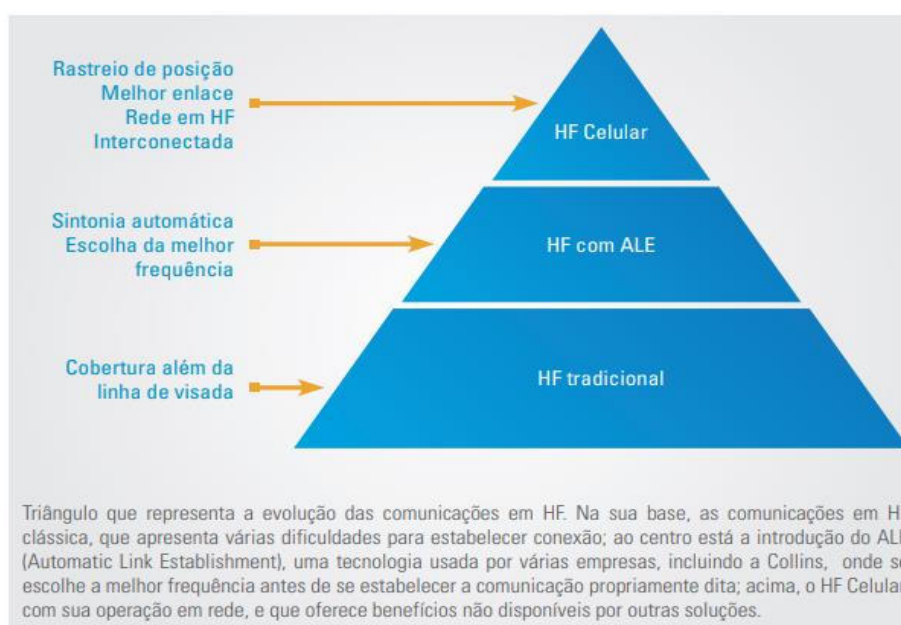
O conceito de operação do HF Celular é similar ao da telefonia celular móvel, quando um usuário móvel é conectado à ERB – Estação Rádio Base – na qual se estabeleça a melhor conexão, e não necessariamente a mais próxima. Há, contudo, uma importante diferença: na rede de telefonia móvel, devido à faixa de frequência utilizada, a comunicação se dá em visada direta, ao passo que em HF poderá ocorrer de haver múltiplas reflexões na ionosfera, fazendo que a conexão ocorra de forma ainda mais sofisticada (*Ibid*, p.3.)

O triângulo abaixo ilustra as três principais fases das comunicações em HF. Na base do triângulo, tem-se as comunicações em HF tradicionais, sem operação em rede e sem utilização do protocolo ALE. É a forma antiga de se comunicar em HF e muito ineficiente. A probabilidade de conexão na primeira tentativa é estimada em torno de 20%. Na parte intermediária do triângulo, tem-se a introdução do ALE, mas ainda sem operação em rede. A unidade móvel (aeronave, embarcação, viatura, *manpack* etc.) conecta-se à estação fixa previamente definida, de forma estática. Caso ela se desloque para área de atuação de outra estação fixa, há que se estabelecer processo manual de coordenação, podendo sempre estar suscetível às dificuldades de comunicações, coordenação e controle. A probabilidade de conexão



na primeira tentativa é estimada em torno de 60%. Na parte superior do triângulo, tem-se o HF Celular, onde a unidade móvel se conecta à estação fixa com melhor qualidade de sinal, independentemente da distância. Em caso de deslocamento da unidade móvel, não há necessidade de coordenação, que é feita de forma automática e transparente para os operadores. Mecanismo similar ocorre quando usamos o telefone celular em um carro se movimentando. Nosso aparelho é constantemente reconectado a outras ERBs, de forma automática, sem que sequer nos apercebamos. É o chamado *handoff*. Em uma rede adequadamente dimensionada, a probabilidade de conexão na primeira tentativa é estimada acima de 95% (*Ibid*).

**Figura 31** – Triângulo das comunicações em HF



Fonte: Motta, 2022.

#### 5.4 CONCLUSÃO PARCIAL ACERCA DO SISTEMA HF CELULAR POR MEIO DA IMPLANTAÇÃO DO SISFRON NA REGIÃO

O projeto SISFRON está sendo uma excelente oportunidade para se ampliar os investimentos na área de defesa e tecnologia na faixa de fronteira brasileira trazendo benefícios inegáveis a toda a sociedade, seja na prevenção e repressão a crimes transfronteiriços e ambientais quer seja no desenvolvimento de melhores meios de comunicações que beneficiarão a toda a comunidade.

Uma das tecnologias inovadoras no mercado, atualmente, é o Sistema HF Celular, que está sendo desenvolvido no Brasil pela empresa Collins Aerospace, e que poderá alavancar o sistema de Comando e Controle das Forças Armadas Brasileiras, bem como ajudar as populações isoladas de toda a região amazônica.

Este sistema será implantado em uma parceria entre o Exército Brasileiro e a empresa Collins Aerospace, até o ano de 2028, como consequência dos investimentos no Programa SISFRON.

## **6 CONCLUSÃO**

A repressão a crimes transfronteiriços e ambientais têm ganhado grande relevância na Fronteira Norte do Brasil e os órgãos de segurança pública estão em constante evolução de forma a ampliar sua capacidade de possuir sistemas de informações e comunicações confiáveis e seguros para o correto exercício do Comando e Controle nas operações.

O Exército Brasileiro, por sua vez, mantém tropas em permanente estado de vigilância, em um contexto da Estratégia Nacional de Presença, onde destaca-se a 16ª Brigada de Infantaria de Selva em uma área de mais de 460.000 Km<sup>2</sup>, cobrindo 9 (nove) municípios de fronteira da região amazônica.

O aumento de rotas de tráfico de drogas, o pequeno número de agências fiscalizadoras por Km<sup>2</sup>, o emaranhado complexo de rios e a proximidade com outros países fazem com que as Forças Armadas sejam cada vez mais utilizadas para cumprirem seus deveres legais previstos na Constituição Federal de 1988 e nas Leis Complementares nº 97, de 09 de junho de 1999 e nº 136, de 25 de agosto de 2010.

Cabe salientar que a Amazônia Brasileira corresponde a um complexo bioma, de características distintas, onde se sobressai a utilização de meios fluviais, a alta densidade florestal e as grandes distâncias, que somadas agregam um enorme desafio as comunicações terrestres.

Diante disso, a Força Terrestre vem participando de um complexo processo de transformação visando aumentar a confiabilidade dos sistemas, apoiando-se nas comunicações rádio HF e na utilização de satélites, pois ambos possuem a capacidade de cobrir grandes distâncias e utilizam propagações refletidas, sejam na ionosfera, no caso das ligações HF; como em satélites, nas comunicações satelitais.

Em síntese, as Forças Armadas, no contexto da Estratégia Nacional de Presença e da proteção de fronteiras, têm aumentado sua projeção na região amazônica ocidental vindo a chocar-se com interesses de grupos criminosos, necessitando, dessa forma, de eficientes processos de comando e controle adequados as características peculiares deste ambiente operacional.

Como resultado, identificou-se a necessidade de aperfeiçoar as comunicações rádio, adequando-as aos avanços tecnológicos existentes. Assim, as comunicações HF passaram pela 1ª Geração com a implantação de rádios YAESU SYSTEM 600, que utilizavam a transmissão rádio comum, com taxa de sucesso de 40% na primeira tentativa, sem qualquer proteção das ligações, entre os anos de 2005 até 2018, para uma 2ª Geração com a implantação dos rádios MPR-9600 FALCON II, que utilizam a transmissão via Estabelecimento Automático de Enlace (ALE) aumentando a confiabilidade do sistema para 70% na primeira tentativa, tendo sido inserido a tecnologia da Criptografia Citadel e a possibilidade de enlace único particularizado, a partir do ano de 2018. Dentro dessa perspectiva, o Exército Brasileiro assinou em novembro de 2021 um contrato com a empresa Collins Aerospace para a instalação até o ano de 2028 do Sistema HF Celular que corresponde a 3ª Geração. Este sistema proporcionará confiabilidade de até 95% na primeira tentativa, canal particularizado e criptografia no enlace aumentando a segurança das ligações.

A eficiência do sistema HF Celular, contudo, deve ser demonstrada por meio de futuros estudos, prática de campo e observação para que possa ser verificada a real utilidade da implantação de um sistema novo e de grande envergadura.

Outrossim, é imprescindível a contínua capacitação de recursos humanos, a fiscalização do cumprimento dos contratos e a comprovação da eficiência do novo sistema a ser implantado na região amazônica de forma que se ateste os avanços técnicos existentes em torno do projeto. Temos ainda, segundo palavras do Ministro da Defesa Fernando Azevedo e Silva em 2019, que afirma que há possibilidades de atrasos na entrega do Sistema HF Celular caso os recursos recebidos pelo Projeto SISFRON para contemplar as Fases 3A e 5 não se concretizem na sua totalidade. Portanto, somente nos próximos anos, terá a confirmação se este novo sistema foi efetivo na ampliação das comunicações na região.

Por fim, fruto da presente pesquisa, conclui-se que o comando e controle na região é fundamental para a consecução dos objetivos da Força Terrestre, sendo que

sua importância tende a aumentar à medida que se intensifica a utilização de tropas para combater os ilícitos transfronteiriços e ambientais bem como cresce a necessidade de ter uma interoperabilidade adequada com os diversos órgãos de segurança pública que auxiliam o bom cumprimento das missões na região. Dessa forma, a inserção de novas tecnologias como a comunicação HF-ALE em 2018 e futuramente o Sistema HF Celular até 2028, no âmbito do Projeto SISFRON, permitirão ampliar, cada vez mais, a confiabilidade e a segurança do Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre (SC2FTER), bem como poderão agregar mais uma possibilidade de comunicação em comunidades isoladas e ainda terão a capacidade de proporcionar o uso dual entre as FFAA e os órgãos de segurança pública.

## REFERÊNCIAS

ANACOM. **Definições Genéricas.** Disponível em: <[https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=336618#:~:text=Freque%C3%AAncia%20%C3%B3tima%20de%20trabalho%20\(FOT,via%20ionosfera%20entre%20esta%C3%A7%C3%B5es%20fixas\)](https://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=336618#:~:text=Freque%C3%AAncia%20%C3%B3tima%20de%20trabalho%20(FOT,via%20ionosfera%20entre%20esta%C3%A7%C3%B5es%20fixas)>. Acesso em 04 jul.2022.

ANATEL. **Quadro de atribuição de faixas de frequência.** Brasília, 2018.

ANDRADE, Israel et al. **Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras em perspectiva, Texto para discussão, Nº 2480.** Brasília, IPEA, 2019.

BRASIL. Exército. Brigada de Infantaria de Selva, 16. Disponível em: <<http://www.16bdainfsl.eb.mil.br/missoes.html>>. Acesso em: 25 abr. 2022b.

BRASIL. Exército. Brigada de Infantaria de Selva, 16. Disponível em: <<http://www.16bdainfsl.eb.mil.br/organograma.html>>. Acesso em: 25 abr. 2022c.

BRASIL. Exército. Brigada de Infantaria de Selva, 16. **Exemplar Comemorativo ao 25º aniversário de instalação da Brigada das Missões em Tefé (AM).** Publicação da 16ª Brigada de Infantaria de Selva, Tefé, Edição Comemorativa, 2018a.

BRASIL. Exército. Brigada de Infantaria de Selva, 16. **Exemplar Comemorativo ao 25º aniversário de instalação da Brigada das Missões em Tefé (AM).** Publicação da 16ª Brigada de Infantaria de Selva, Tefé, Edição Comemorativa, 2018b.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Entrevista exclusiva com o Comandante do CMA.** Disponível em: <<http://www.coter.eb.mil.br/index.php/noticias-do-covid-19/1258-entrevista-exclusiva-com-o-comandante-do-cma>>. Acesso em 25 abr. 2022a.

BRASIL. Lei nº 6.634, de 2 de maio de 1979. **Dispõe sobre a Faixa de Fronteira, altera o Decreto-lei nº 1.135, de 3 de dezembro de 1970, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 de maio de 1979.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Instruções Provisórias. IP 72-20 - O Batalhão de Infantaria de Selva.** Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha C 20-1 - Glossário de Termos e Expressões para Uso do Exército.** 4ª ed., Brasília, 2009.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha EB70-MC-10-223 – Operações.** 5ª ed., Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Manual de campanha EB70-MC-10-246 - As comunicações nas operações.** Brasília, 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha EB70-MC-10.341 - Lista de Tarefas Funcionais**. Brasília, 2016.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD33-M-02 - Manual de Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas**. 4ª ed. Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD35-G-01 - Glossário das Forças Armadas**. 5ª ed., Brasília, 2015.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em: < <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/publicacoes/II---Nova-base-territorial-para-o-programa-Faixa-de-Fronteira.pdf> >. Acesso em 25 abr. 2022d.

BRASIL. Ministério do Exército. **Manual de Campanha C 7-30 - Brigadas de Infantaria**. Brasília, 1984.

BRASIL. Ministério do Exército. **Manual de Campanha C 11-30 - As Comunicações na Brigada**. 2ª ed., Brasília, 1998.

BRASIL. **Portaria Nº 193-EME, DE 22 de dezembro de 2010**. Aprova a Diretriz para a Implantação do Projeto Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON). Brasília, 2010a.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei Complementar nº 97**, de 9 de junho de 1999. Dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, Seção 1 - Edição Extra - 10/6/1999, Página 1. Brasília, 1999.

BRASIL. Presidência da República – Casa Civil. **Lei Complementar nº 136**, de 25 de agosto de 2010, altera a Lei Complementar Nº 97, de 9 de junho de 1999, que dispõe sobre as normas gerais para a organização, preparo e emprego das Forças Armadas. Poder Executivo, Brasília, DF, 2010b.

CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DO EXÉRCITO. **As Ações Preventivas e Repressivas na Amazônia**. Revista Verde-Oliva, Brasília, ano XLV, n. 242, p. 8-15, set., 2018.

CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DO EXÉRCITO. **Operação Ouro Negro**. Revista Verde-Oliva, Brasília, ano XXXIII, n. 191, p. 46-48, jan/fev/mar 2007.

CRIOGRAFIA. Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/Criptografia> > Acesso em: 04 jul. 2022.

DEFESANET. **Exército Brasileiro vai enfrentar desafios de comunicação na Amazônia com novo sistema HF da Collins Aerospace**. Disponível em: < <https://www.defesanet.com.br/toa/noticia/42991/Exercito-Brasileiro-vai-enfrentar->

[desafios-de-comunicacao-na-Amazonia-com-novo-sistema-HF-da-Collins-Aerospace/](#) >. Acesso em: 25 abr. 2022a.

DEFESANET. **Harris recebe encomenda de 14 milhões de dólares de radiocomunicações do Ministro da Defesa do Brasil.** Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/defesa/noticia/135/HARRIS-recebe-encomenda-de-14-milhoes-de-dolares-de-radiocomunicacoes-do-Ministro-da-Defesa-do-Brasil-/>. Acesso em 15 set 2022b.

DIAS, M. H. C.; MORAES, F. D. **Conhecimento de interesse da doutrina sobre antenas, radiopropagação, e tecnologia de rádios HF no emprego das comunicações em operações na selva na era da informação.** Rio de Janeiro, Coleç. Meira Mattos, v. 9, n. 34, p. 213-223, jan./abr. 2015

DO BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil;** Promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016.

DUARTE, M. P. **Segurança Integrada.** Rio de Janeiro: EsAO, 2007

EXÉRCITO. **Manual Escolar Elaboração de Projetos de Pesquisa na ECEME (ME 21-259).** ECEME, Rio de Janeiro, 2012.

EXÉRCITO. **Manual Escolar Formação de Trabalhos Científicos (ME 21-253).** ECEME, 3ª ed., Rio de Janeiro, 2017.

FINDMESPOT. **Planos de Serviço.** Disponível em: <<https://www.findmespot.com/pt-br/products-services/service-plans#spot-x-plans>> Acesso em: 04 jul. 2022.

FRANCO, F. G. de S. **O emprego da 16ª Brigada de Infantaria de Selva em sua Subárea de Segurança Integrada na defesa dos recursos naturais estratégicos da Amazônia Ocidental brasileira.** Rio de Janeiro: ECEME, 2019.

GERST, A. **O Rio Amazonas visto da estação espacial.** Disponível em: <[https://www.flickr.com/photos/astro\\_alex/47534953211/](https://www.flickr.com/photos/astro_alex/47534953211/)>. Acesso em 04 jul. 2022.

GLOBALPHONESATCOM. **Thrane & Thrane Explorer 500 BGAN Terminal EXP-500.** Disponível em: < <https://globalcomsatphone.com/product/395-thrane-thrane-explorer-500-bgan-terminal-exp-500/>>. Acesso em 04 jul. 2022.

HAMRADIOPYP. **Antena Multibanda Yaesu YA-30.** Disponível em: < <https://hamradiopyp.blogspot.com/2012/09/antena-hf-multibanda-yaesu-ya-30.html?view=flipcard>>. Acesso em 04 jul. 2022.

HARRIS, Corporation. **Manual de Operação MPR-9600 Rádio HF Tático Avançado.** Rochester, 2012.

HASAN, N.; SHA'AMERI, A. Z. **Software Implementation Of Automatic Link Establishment Capability For Hf Radio Communication.** Computer Science, 2006.

LIVROZILLA. **Conhecendo o Sistema ALE.** Disponível em: <<https://livrozilla.com/doc/1402156/conhecendo-o-sistema-ale-%C3%A9-um-sistema-que-permite-uma>>. Acesso em: 04 jul. 2022.

MOTTA, M. J. A. **Sistema HF Celular.** Disponível em: <<https://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/passadico/article/download/2322/2269#>>. Acesso em: 25 abr. 2022.

NUNES, R. M. **A presença do Exército Brasileiro na fronteira terrestre do Brasil.** A Defesa Nacional – Revista de Assuntos Militares e Estudo de Problemas Brasileiros. Rio de Janeiro, n. 836, p. 29-42, 2º quadrimestre, 2018.

OLIVEIRA, F. T. X.; FILHO, H. B. **Rádio Spread Spectrum.** Disponível em: <[https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialss/pagina\\_2.asp](https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialss/pagina_2.asp)>. Acesso em: 04 jul 2022.

PAIVA, L. E. R. **Amazônia: Vulnerabilidade-Cobiça-Ameaça.** PADECEME. Rio de Janeiro, n. 12, p. 57-64, 2º quadrimestre, 2006.

PEREIRA, C. P. F. **Geopolítica e o futuro do Brasil: Amazônia Ocidental e Pantanal Comunidade Sul-Americana.** Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2007.

PERETTI JUNIOR, A.G. **As lições aprendidas do projeto piloto SAD/SISFRON e sua aplicação para os planejamentos das próximas fases.** 2020, 62 f. Monografia. (MBA em Gestão de Projetos) - Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas, Universidade de Brasília, Brasília, DF: 2020.

PINHEIRO, A. P. **Proposta para a criação de um sistema de embarcações na Amazônia.** PADECEME, Rio de Janeiro, n. 21, p. 111-118, 1º quadrimestre, 2010.

RAILCE. Disponível em: < <http://www.railce.com/cw/casc/harris/harris.htm>> Acesso em: 04 jul. 2022.

SILVA, F. A. **Ofício nº 17986/GM-MD.** Resposta ao Requerimento de Informação nº 627/2019, de 05 de julho de 2019. Brasília,DF: 2019.

STRINGFLIX: **Alta Frequência.** Disponível em: < [https://stringfixer.com/pt/High\\_frequency](https://stringfixer.com/pt/High_frequency)>. Acesso em 05 jul. 2022.

TECNODEFESA. **Rockwell Collins demonstra tecnologia HF Celular para Forças Armadas.** Disponível em: <<https://tecnodefesa.com.br/rockwell-collins-demonstra-tecnologia-hf-cellular-para-forcas-armadas/>>. Acesso em: 25 abr 2022.

TELECO. **Spread Spectrum: Processos de transmissão.** Disponível em: < [https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialss/pagina\\_2.asp](https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialss/pagina_2.asp)>. Acesso em 10 jul 2022.



TIPSANDTRICS. **Como funcionam os telefones via satélite e onde você pode comprar um?** Disponível em: <<https://pt.tipsandtrics.com/how-do-satellite-phones-work-767822>> Acesso em: 04 jul. 2022.

TS2. **Sailor 250 Fleetbroadband**. Disponível em: < [https://ts2.shop/en/sailor-250-fleetbroadband/7050-sailor-250-fleetbroadband.html?SubmitCurrency=1&id\\_currency=13&gclid=EAlaIQobChMIklj0\\_bq-AIVD9WRCh0jWgknEAQYAyABEgIKSPD\\_BwE](https://ts2.shop/en/sailor-250-fleetbroadband/7050-sailor-250-fleetbroadband.html?SubmitCurrency=1&id_currency=13&gclid=EAlaIQobChMIklj0_bq-AIVD9WRCh0jWgknEAQYAyABEgIKSPD_BwE)>. Acesso em: 04 jul 2022.

WILKINS, H. **Quanto custa um telefone via satélite?** Disponível em: <<https://www.ehow.com.br/custa-telefone-via-satelite-sobre-6879/>> Acesso em: 04 jul. 2022.

YAESU. **About the radio**. Disponível em: <<https://yaesu.com>>. Acesso em: 04 jul. 2022.