



UTILIZAÇÃO DO RÁDIO DEFINIDO POR SOFTWARE COMO EQUIPAMENTO MAGE NO COMANDO MILITAR DA AMAZÔNIA

Primeiro Autor, Segundo Autor e Terceiro Autor (nome dos autores. Fonte Arial 36)

Afiliação dos autores (se possível, tudo em uma única linha. Fonte Arial 32)

Resumo — Organizações criminosas (ORCRIM) estão presentes em todos os estados da Amazônia Ocidental, cometendo crimes transnacionais, como o tráfico de drogas, e ambientais, como o garimpo e desmatamento ilegal. O Exército Brasileiro, por meio do Comando Militar da Amazônia (CMA), realizam ações subsidiárias na faixa de fronteira e operações de coordenação e cooperação com agências. As medidas de apoio de guerra eletrônica (MAGE) são importantes para gerar informações que colaboram para as operações militares. A fim de aumentar a capacidade de MAGE, o rádio definido por software (RDS) pode colaborar para mobilizar as novas companhias de guerra eletrônica (GE) com equipamentos. Há RDS de prateleira cujas especificações técnicas atendem à demanda do CMA para as MAGE. Dentre eles, o KiwiSDR é um RDS de até US\$350,00 que possui *Span* que cobre toda faixa de HF, a qual é bastante utilizada por ORCRIM na Amazônia Ocidental para transmissões em locais de difícil acesso. Além disso, possui capacidade de realizar localização eletrônica por meio do *software* WebSDR,

I. INTRODUÇÃO

A Amazônia Ocidental abrange uma grande área, composta pelos estados do Amazonas, Roraima, Rondônia e Acre, e é coberta em sua maioria por uma floresta densa, a qual percorre diversos rios. Também possui riquezas naturais e está em posição estratégica, fazendo fronteira com cinco países. Várias organizações criminosas (ORCRIM) cometem crimes ambientais, como garimpo e desmatamento ilegal, e transfronteiriços, como o tráfico de drogas e armas.

Para coordenar as ações, as ORCRIM utilizam diversos meios de comunicações desde a faixa de frequência alta (HF) até a faixa de frequência super alta (SHF). São utilizados: telefones celulares convencionais e satelitais, além de rádios portáteis e de radioamadores. Cada equipamento de comunicação é adequado para uma situação específica, pois possuem características distintas, como o alcance dos enlaces e custos de operação.

O Comando Militar da Amazônia (CMA) é o comando militar de área do Exército Brasileiro (EB) da área da Amazônia Ocidental. Dentre as atribuições dadas ao EB há: ações subsidiárias na faixa de fronteira e operações de coordenação e cooperação de agências (OCCA).

A Guerra Eletrônica (GE) do EB possui capacidades para gerar informações a partir dos sinais eletromagnéticos, o que colabora para o aumento da consciência situacional das tropas que enfrentam as ORCRIM. A superioridade de informações é importante para a eficiência das operações militares, que podem agir pontualmente sobre os criminosos.

Porém as capacidades de GE podem ser maiores, sobretudo na agregação de melhor capacidade de localização eletrônica (Loc Elt) de alvos para o CMA. Os custos de aquisição de equipamentos de GE são elevados, a maioria é importada e não há transferência de toda tecnologia.

O Plano Estratégico do Exército (PEEx) do quadriênio 2020-2023 [1] possui metas para a modernização do EB. Percebe-se que há prioridade do EB para as ações de GE e também para a Amazônia. Há uma tendência para que os batalhões de comunicações tenham uma companhia de GE, o que demandará necessidade de mais equipamentos. A Amazônia também vem recebendo prioridades, como pode observar na execução de diversas operações relacionadas às operações Verde Brasil e Ágata.

O rádio definido por software (RDS) é diferente dos rádios convencionais, pois grande parte do processamento do sinal é feito por softwares. Isso faz com que o RDS seja flexível e possa ser utilizado de diversas maneiras, pois uma nova capacidade de modulação ou codificação do sinal pode ser adicionado a um programa. Já os rádios convencionais, por dependerem de processamento pelo hardware, não conseguem se adaptar a novas formas de demodulação tão facilmente.

II. METODOLOGIA

O objetivo desse pôster é demonstrar a viabilidade da utilização do RDS, dentre os RDS de prateleira disponíveis, a fim de aumentar as capacidades de GE no CMA no combate à ORCRIM. Como o título sugere, há três pontos principais que foram levantados: o RDS, as MAGE e o CMA.

As necessidades do CMA para as MAGE junto com a atuação das ORCRIM, além das peculiaridades do terreno amazônico, determinam o ambiente operacional utilizado no estudo de caso. A doutrina de MAGE e do planejamento de GE delineiam a atuação das MAGE no ambiente operacional determinado.

Os equipamentos de comunicação das ORCRIM determinam as especificações técnicas para a simulação. Já o ambiente operacional, orientado pela doutrina, determinam as especificações táticas. Com isso, as especificações técnicas dos equipamentos de GE e dos RDS determinam as melhores escolhas para a utilização dos equipamentos.

Para a simulação por software foram utilizados dois programas: o VOACAP [2], para a predição de enlaces ionosféricos em HF; e o HTZ Warfare [3], para os enlaces em VHF e UHF. Tais ferramentas são gratuitas e são amplamente utilizadas por militares para a predição de enlaces.

A ferramenta REL Map, do VOACAP, calcula a confiabilidade para o enlace, ou seja, a probabilidade de o enlace ter sucesso. Para o estudo de caso, a cobertura de MAGE inclui áreas com chances maiores do que: 70% de enlace para o receptor MAGE; e 40% para os horários que não favorecem o enlace ionosférico.

O produto da simulação é a cobertura MAGE, que é a área do alcance do enlace dos rádios do alvo pelo receptor MAGE. Para isso, deve-se conhecer as especificações técnicas dos rádios do alvo e do receptor MAGE. Com isso, foi possível determinar linhas de ação, baseadas no exame de situação de GE. A análise das linhas de ação resulta nas melhores soluções para a utilização dos equipamentos.

III. RESULTADOS

Os meios de comunicação mais utilizados pelas ORCRIM se encontram na tabela 1. Percebeu-se que: os crimes transfronteiriços se estendem da fronteira por rodovias e rios, desembocando nos grandes centros urbanos; os crimes ambientais ocorrem geralmente em regiões de preservação ambiental e próximos a rodovias e rios; os rios e rodovias são utilizados para o transporte e logística de ilícitos; o transporte rodoviário é mais rápido, porém, é limitado a poucas rodovias; há predominância para o acesso rodoviário nas proximidades das rodovias BR-364, BR-319, BR-230 e BR-174; grande parte da região não possui acesso a essas rodovias, favorecendo o transporte fluvial, sobretudo nos rios Madeiras, Xingu, Trombetas, Branco, Purus, Tapajós, Içá, Japurá, Jari, Javari, Tarauacá, Itacuaí e Iiriri.

Meio de Comunicação	Faixa de frequência	Locais de utilização
Radio amador por ondas ionosféricas (em claro)	MF e HF	Regiões isoladas
Celular satelital (criptografado)	SHF	
Celular convencional (criptografado)	UHF	Centros urbanos
Rádio portátil (tipo <i>walkie-talkie</i>) (em claro)	UHF/VHF	Regiões ribeirinhas

Tabela 1 – Meios de Comunicação das ORCRIM na Amazônia Ocidental

Os enlaces terrestres em VHF e UHF possibilitam a comunicação a curta distância por meio de rádios portáteis. Dessa forma, os postos MAGE devem estar mais próximos dos emissores, em locais geralmente afastados de OM do EB. Para isso, recomenda-se plataformas móveis, seja em viaturas ou embarcações, se não houver instalações seguras. Com isso, o equipamento MAGE deve ser robustecido, a fim de poder acompanhar a tropa nos locais de interesse. O que desfavorece o uso de RDS de prateleira e favorece o uso de

Os enlaces ionosféricos dos sinais em HF possibilitam a comunicação entre postos de 700 até milhares de quilômetros, a depender da frequência, hora, local e antena utilizada, como pôde ser observado na simulação por software, observado na figura 1. Dessa forma, os postos MAGE podem ficar distantes dos emissores, o que facilita o desdobramento dos postos, já que os emissores se encontram em locais de difícil acesso. Para a Bsc ltc e Mon basta que o emissor esteja na área de cobertura de um posto MAGE. Para a Loc Elt são recomendados pelo menos 3 postos MAGE, seja pelo método de ângulo de chegada ou por diferença de tempo de chegada (TDoA).

A tabela 2 mostra a comparação de oito RDS que custam até US\$350,00.

RDS	Faixa de Frequência	Span	Taxa de amostragem do ADC	Conectores	Loc Elt
KiwiSDR [4]	até 30 MHz	30 MHz	65 MSPS @ 14-bit	1 SMA e 1 GPS	TDoA
FlyDog SDR [5]	até 62 MHz	62 MHz	130 MSPS @ 16-bit	1 SMA e 1 GPS	(WebSDR)
AirSpy R2 [6]	24 a 1700 MHz	10 MHz	20 MSPS @ 12-bit	1 SMA	Não
AirSpy HF+ Dual Port [6]	até 31 MHz + 60 a 260 MHz		36 MSPS @ 12-bit	2 SMA	Não
SDRplay RSPDuo [7]	até 2 GHz	10 MHz	@ 14-bit	2 SMA e 1 Hi-Z	Não
RTL-SDR R820T2 [8]	24 a 1766 MHz	somente banda estreita	3,2 MSPS @ 8-bit	1 SMA	Não
KrakenSDR [9]			5 núcleos com 3,2 MSPS @ 8-bit	5 SMA	DoA
HackRF [10]	1 MHz a 6 GHz		20 MSPS @ 16-bit	1 SMA (Rx) e 1 SMA (Tx)	Não

Tabela 2 - Comparação dos principais RDS de prateleira de até US\$350,00

De Paula [3] realizou um estudo para implementação de RDS em postos MAGE fixos para meio urbano, a fim de manter uma cobertura razoável, conforme figura 1. As edificações atrapalham muito a propagação do sinal em VHF e UHF, deixando algumas áreas descobertas.

Para os enlaces em HF, verificou-se, conforme figura 1, que a cobertura MAGE abrangeu toda a área do CMA. Em azul estão áreas cobertas por até 2 equipamentos; em verde, por 3; e em laranja, por 4 ou mais. São necessários pelo menos 3 equipamentos para Loc Elt por TDoA com o *software* WebSDR. Foram selecionadas 12 localidades em OM operacionais, cujas cidades tenham *backhaul* de fibra ótica [11].

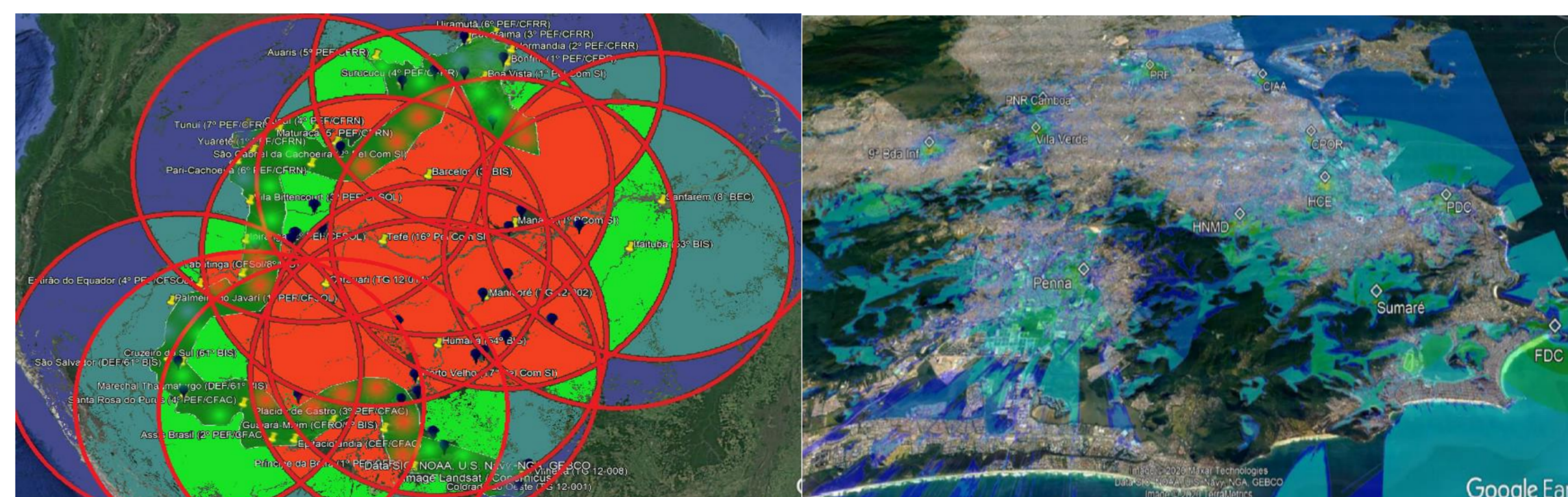


Figura 1 – Cobertura MAGE em HF para o CMA (à esquerda) e em VHF para o Rio de Janeiro (à direita)

III. CONCLUSÃO

Verificou-se que é viável utilizar o KiwiSDR ou o FlyDog SDR como equipamento MAGE a fim de realizar ações de MAGE, inclusive Loc Elt, no CMA. Já outros RDS necessitam de maior desenvolvimento para serem utilizados, seja para aumentar a robustez para acompanhar a tropa, seja no desenvolvimento de *softwares* para sinais criptografados.

REFERÊNCIAS

- Exército Brasileiro. EB10-P-01.007: Plano Estratégico do Exército 2020-2023, 2019.
- Roger Coudé. Radio Mobile Online Information page, 2021. Disponível em: <https://www.ve2dbe.com/rmonlineinfoeng.html>.
- Luiz Antonio Ramos de Paula. O emprego do rádio definido por software como equipamento de medida de apoio a guerra eletrônica de baixo custo: uma proposta de estudo de viabilidade em grandes centros urbanos. Dissertação de mestrado. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro, RJ, 2020.
- Seed Technology. KiwiSDR Kit: Wide-band SDR + GPS Antenna for the BeagleBone Black and BeagleBone Green. Disponível em: <https://www.seedstudio.com/KiwiSDR-Kit-p-2725.html>.
- FlyDog, SDR Project. Important tips for overseas buyers, 2020. Disponível em: <https://sdrotg.com/en/#important-tips-for-overseas-buyers>.
- AirSpy. Products, 2021. Disponível em: <https://airsfy.com>. Acesso em: 13 ago. 2021.
- SDRPlay. Which RSP?. 2021. Disponível em: <https://www.sdrplay.com/which-rsp/>.
- RTL-SDR. About RTL-SDR. 2021. Disponível em: <https://www.rtl-sdr.com/about-rtl-sdr/>.
- RTL-SDR. KrakenSDR: Passive Radar Demonstration, 2021a. Disponível em: <https://www.rtl-sdr.com/category/krakensdr/>.
- Great Scott Gadgets. Hack RF. 2021. Disponível em: <https://greatscottgadgets.com/hackrf/>.
- Ministério das Comunicações. Mapeamento de Redes de Transporte: Backhaul, Fibra Óptica, Rede de Transporte. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados/infraestrutura/mapeamento-de-redes/mapeamento-de-redes>.