

Comunicações na Amazônia: Via satélite ou HF?

1º Ten Com EB Ezequiel da Silva Bastos

Centro Integrado de Guerra Eletrônica, Estrada Parque do Contorno, BR 020 - km 05, Brasília - DF

Resumo — As comunicações na Amazônia são um desafio para a Guerra eletrônica (GE), especialmente nos últimos anos. Devido a características peculiares de propagação e dimensões continentais, a Amazônia sempre ofereceu obstáculos e/ou facilidades para o uso do espectro eletromagnético. Para atender a essas exigências naturais, em sua maioria, as comunicações são feitas através rádio na faixa de HF (*High Frequency* – Alta Frequência). Contudo, o sigilo da mensagem surgiu foco de preocupação dos usuários, por causa da presença das atividades de GE. Sendo assim, foram desenvolvidos equipamentos capazes de codificar a voz e, ultimamente, tem-se usado muito a transmissão de dados pelos canais disponíveis. Mas, as transmissões por rádios em HF não possuem grande largura de banda (condição atualmente imprescindível), são de baixa qualidade, seu alcance nem sempre atende às necessidades exigidas e as comunicações podem ser interceptadas, monitoradas e interferidas com certa facilidade. Para aliar o aspecto operacional e segurança nas transmissões, usuários civis e militares têm optado por sistemas via satélite, os quais possuem as soluções mais adequadas para os problemas que sofrem os sistemas via rádio em HF. Os satélites realmente trazem grandes dificuldades para a GE, mas é possível reagir a esse cenário. Trata-se de um assunto que precisa ter uma atenção maior por parte de quem deseja controlar o espectro eletromagnético dessa região, pois a tecnologia em radiocomunicações está avançando e o Brasil não pode se furtar em acompanhar essa evolução para ser possível executar atividades de Guerra Eletrônica com sucesso.

Palavras-chaves — Amazônia, radiocomunicações, guerra eletrônica, comunicações via satélite, comunicações via rádio, faixa de HF.

I. INTRODUÇÃO

Sempre se ouve que a Guerra Eletrônica se desenvolve à medida que as comunicações evoluem. Num cenário internacional, mais precisamente nos países mais ricos do mundo, isso pode vir a ser uma verdade, mas em países como o Brasil ainda está longe de se tornar realidade. Não é por isso que se deve aceitar a situação como está e sim buscar meios onde o referido acompanhamento seja efetivamente feito, tendo em vista a importância da GE como fator de dissuasão, fonte de informações de inteligência e multiplicador do poder de controle e combate (no caso de operações militares).

Um caso típico do que foi exposto acima é o que ocorre na região amazônica. Os sistemas de comunicações mais usuais são os pautados em rádios na faixa de HF, principalmente por causa das condições de propagação e do enorme tamanho das áreas a serem alvos dos enlaces.

Contudo, os usuários que trafegam informações estão se preocupando com a facilidade que é interceptar qualquer

coisa em transmissões via rádios em HF, sobretudo quando se trata de material sigiloso. O motivo não poderia ser outro: a presença de atividades de GE que buscam obter informações de origem eletromagnética sobre eventos legais, ilícitos ou mesmo operações militares, podendo interferir eletromagneticamente nos mesmos. Uma solução viável foi introduzir a criptofonia ou mesmo transmitir os dados digitalmente.

Entretanto, o aumento do tráfego de informações e a baixa qualidade que a modulação AM (*Amplitude Modulation* – modulação em amplitude) do sinal proporciona se tornaram novas preocupações a serem resolvidas.

Para solucionar esses problemas, algo ainda mais recente tem acontecido que é a migração das comunicações feitas na região amazônica para sistemas via satélite. São sistemas mais confiáveis, seguros e de boa qualidade nas transmissões, além de proporcionarem banda larga para uso de grande quantidade de tráfego de informações a qualquer lugar e em tempo quase que real. Como fazer GE nesses novos sistemas de comunicações? Essa é uma pergunta ainda sem uma resposta conclusiva e eficaz, mas que já tem sido foco de estudo em muitos países desenvolvidos.

II. SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES VIA RÁDIO HF

Os sistemas de comunicações via rádio na faixa de HF (3 a 30 MHz), com modulação do sinal em AM, são os meios pelos quais se tornaram possíveis as comunicações na região amazônica. Devido à propagação ionosférica, as transmissões feitas dessa forma podem ter alcances mundiais, dependendo da potência empregada e da hora do dia/noite em que se esteja realizando a transmissão. Esse fator é vital para permitir comunicações frente a uma extensa floresta, enormes vazios populacionais, com locais habitados distantes uns dos outros, elevada umidade no solo e no ar. Todos esses fatores impossibilitam a propagação por visada direta, o emprego de rádios na faixa de VHF (*Very High Frequency* – frequência muito alta) e UHF (*Ultra High Frequency* – frequência ultra alta), que abrangem as frequências de 30 a 3000 MHz, e o uso de sistemas físicos (par de fios elétricos, cabos coaxiais, fibra óptica), realçando o uso de rádios em HF.

Com o desenvolvimento de sistemas de GE e a conseqüente ampliação de suas atividades, as transmissões via rádio, particularmente as militares por possuírem informações secretas, tornaram-se alvo fácil, pois bastava ao operador de GE dispor de um equipamento que pudesse sintonizar na frequência de operação do usuário do rádio, que lhe permitiria obter qualquer informação trafegada no canal

de comunicações utilizado. Era necessário criar subterfúgios para impedir que isso ocorresse tão facilmente.

Para se contrapor à GE, inicialmente foram inseridas as seguintes tecnologias e técnicas nos equipamentos rádio militares para melhorar a segurança das transmissões por voz:

- Salto de frequência: consiste em uma mudança pseudo-aleatória da frequência de operação para várias outras, pré-determinadas manualmente ou por computador, dentro de uma faixa limitada. A velocidade e como é feita a mudança definem a qualidade do salto e a eficiência da tecnologia. É necessário que o receptor esteja sincronizado com o transmissor para o seu correto funcionamento.
- Criptofonia: consiste em tornar ininteligível a voz transmitida, através de uma mistura (embaralhamento) dos tons de voz pelo circuito transmissor ou mesmo codificação da voz ou do canal. Exige a existência de um sistema idêntico no receptor para permitir a compreensão da mensagem.

Posteriormente, o uso de transmissões de dados se mostrou um ganho importante para se atingir alguns princípios militares: o da oportunidade e o da surpresa. As transmissões por voz em rádios modulados em amplitude são de baixa qualidade, o que desperdiça tempo para se receber a mensagem. Com o envio da mensagem em forma de texto, todo o seu conteúdo é facilmente interpretado em menos tempo, além de que a informação segue digitalizada, podendo ser criptografada (codificação dos bits de acordo com algoritmos e códigos-fonte controlados) e também pode ser inserida diretamente em sistemas computacionais. Quando as informações são imagens ou vídeos, a importância de transmissões de dados fica ainda mais evidenciada.

Todas essas técnicas e tecnologias dificultaram muito os trabalhos da GE, praticamente impedindo-os. Mas, como mencionado na introdução deste texto, a GE se desenvolveu, acompanhando a evolução das comunicações. Observa-se que as soluções para essa situação não são perfeitas, mas já oferecem a possibilidade de executar alguma atividade de GE e, portanto, revelou a fragilidade dessas novas técnicas e tecnologias que os rádios militares mais modernos possuem.

Já existem equipamentos capazes de determinar os saltos de frequência, bem como desembaralhar a voz, decriptografar as mensagens e decodificar os canais de comunicações e protocolos de transmissões de dados para permitir a obtenção da informação em claro. Uma transmissão de dados pode ser decodificada pela placa Wavecom, por exemplo, conforme ilustra a Fig. 1.



Fig. 1. Placa Wavecom, modelo W61PC.

Nem mesmo a tecnologia CDMA (*Code Division Multiple Access* – Acesso por múltipla divisão de código), usada para codificação de canal, por exemplo, é mais tão segura assim. A empresa *Shogui Communications Ltd* oferece serviços de interceptação e registro de comunicações que usam as versões CDMA IS-95A e CDMA 2000 1X.

III. SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE

Não obstante ao que já fora citado, alguns aspectos surgiram naturalmente para questionar a viabilidade de se continuar a utilizar sistemas de comunicações militares via rádio na faixa de HF na Amazônia. A crescente demanda por taxas de transmissão de dados mais elevadas e maior largura de banda para permitir grande volume de tráfego de dados ao mesmo tempo, com uma BER (*Bit Error Rate* – Taxa de Erro de Bit) mínima, foram cruciais para esse tipo de meio de comunicações, que se mostrou extremamente limitado diante de tais exigências.

Sendo assim, abriu-se o espaço para as comunicações via satélite que permitem a transmissão de informações em qualquer lugar, em tempo quase real, com qualidade, confiabilidade e segurança dos dados. A largura de banda e as taxas de transmissão atingidas hoje por satélites são bem similares às obtidas por fibras ópticas. Os custos em implementação do sistema via satélite são mais elevados do que em sistemas rádio HF, mas não são tão altos que inviabilizem a sua opção, face às enormes vantagens anteriormente discriminadas. É possível dispor de vários tipos de serviços tais como:

- Serviço Fixo por Satélite: são serviços que permitem o uso de telefonia fixa entre localidades distantes ou entre continentes, bem como de internet banda larga. Exemplo: Embratel (Star One), INTELSAT.
- Serviço Móvel por Satélite: são serviços semelhantes aos oferecidos por empresas de celular comum. Exemplo: Iridium, GlobalStar, INMARSAT.
- Serviço de Radionavegação por Satélite: são serviços que disponibilizam a posição geográfica precisa do usuário do sistema. Exemplo: GPS (*Global Position System* – Sistema de Posicionamento Global), que são amplamente empregados no guiamento de armamentos (bombas), navegação aérea, terrestre e naval, através de 24 satélites não-geoestacionários de média órbita (cerca de 20200 km de altura), conforme ilustração da Fig. 2.

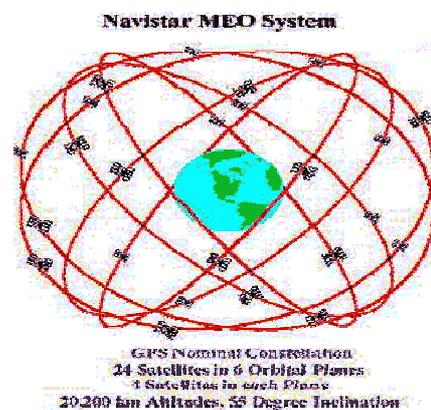


Fig. 2. Constelação de satélites do sistema GPS.

A presença da GlobalStar (rede de 48 satélites não-geostacionários usada para radiocomunicações situada em órbita baixa, cerca de 1414 km de altitude) na Amazônia já pode ser vista nas eleições para prefeitos e vereadores em 2004, onde a empresa disponibilizou para o governo federal os serviços de comunicações móveis por satélites, permitindo que as informações das urnas eletrônicas de localidades remotas pudessem ser rapidamente apuradas nos tribunais eleitorais das capitais dos estados da região. O que se pode dizer sobre o uso desses sistemas para outros fins?

Organizações paramilitares e guerrilheiras colombianas, entidades criminosas de extração ilegal de recursos naturais da Amazônia brasileira e tráfico de entorpecentes possivelmente já fazem uso desses meios de comunicações.

Um sistema que pode estar sendo utilizado é o estruturado em terminais VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) que oferecem dificuldades em serem interceptados, os dados são protegidos, o canal de comunicação é codificado (operam com sistemas CDMA) e é um desafio especial desenvolver sistemas de GE para interferi-los, pois os terminais possuem pequenas dimensões (o que pode lhes conferir mobilidade e flexibilidade) e os satélites são geostacionários (cerca de 36000 km da Terra), o que exigiria enorme quantidade de potência para uma interferência eficaz.

Os modernos VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados) usados como aeronaves de combate podem sofrer interferências em suas comunicações convencionais com o controle remoto feito pela estação em terra, principalmente nos sistemas de controle de voo e comando e controle geral do equipamento, impedindo seu uso operacional. Entretanto, se o VANT usar comunicações via satélite codificadas, através de antenas de LPI (*Low Probability of Intercept* – Baixa Probabilidade de Interceptação) situadas no topo da aeronave, evita-se ou impede-se a interferência e, até mesmo, a detecção inimiga, favorecendo-lhe a possibilidade de atingir um caráter furtivo (*stealth*).

Os Estados Unidos da América (EUA) também vêm baseando seus sistemas operacionais militares em comunicações via satélite, explorando ao máximo tudo o que esses meios oferecem de vantagens e impondo aos seus adversários uma extrema assimetria de poder de combate. Isso já é fato há muitos anos nos EUA através do sistema MILSATCOM e estudos apontam que o futuro das operações militares e até mesmo de qualquer comunicação feita na face da Terra terá alguma integração com sistemas via satélite.

A. Arquitetura MILSATCOM

O sistema MILSATCOM (*Military Satellite Communication* – Comunicações Militares por Satélite), que tem origem na década de 1970, é uma arquitetura de vários meios e usuários de comunicações militares via satélite do Departamento de Defesa dos EUA (DOD), subdividindo-se em três categorias: banda larga (*wideband*), proteção (*protected*) e banda estreita (*narrowband*).

A categoria banda larga provê alta capacidade de comunicações, com taxas de transmissão de dados maiores que 64 kbps. É estruturada no DSCS (*Defense Satellite Communications System* – Sistema de Comunicações via Satélite da Defesa), que opera na faixa militar da Banda X (entre 7 e 8 GHz) e no *Global Broadcast Service* (Serviço de Radiodifusão Global), que opera na faixa militar da Banda Ka (cerca de 20 a 21 GHz no enlace de subida e de 30 a 31

GHz no enlace de subida). Um outro sistema está sendo desenvolvido, o *Wideband Gapfiller Satellites* (satélites de alta capacidade de transmissão de dados em banda larga), que permitirá alta capacidade de transmissão de dados na Banda Ka para equipes táticas e móveis, com taxas maiores do que 2,4 Gbps.

A categoria proteção tem a habilidade de evitar, prevenir, impedir, negar ou suavizar a degradação, interrupção, recusa, acesso não autorizado ou exploração dos serviços de comunicações por adversários ou algumas dessas situações causadas pelo próprio ambiente eletromagnético. É composta pelo sistema MilStar I e II. O primeiro disponibiliza baixas taxas de transmissão de dados e o segundo médias taxas. Devido à crescente demanda por taxas mais altas e a gradual diminuição da vida útil desses satélites (alguns em órbita desde 1994), o DOD já desenvolveu o AEHF *System* (*Advanced Extremely High Frequency*- Sistema Avançado na faixa de Frequência Extremamente Alta), que irá operar a partir de 2006 e estará totalmente operacional em 2010, oferecendo taxas de 1,544 Mbps para a Marinha, o Exército e a Força Aérea americana, de forma integrada e ao mesmo tempo.

A categoria de banda estreita oferece serviços na faixa de UHF para terminais móveis e de pequenas dimensões que dependam de alta potência e baixa taxa de transmissão de dados por satélite para receber dados via radiodifusão. Atualmente é feito pelo sistema UFO (conforme ilustrado nas Fig. 3), com taxas de 2,4 kbps e será substituído pelo *Advanced Narrowband System* (Sistema Avançado em Banda Estreita), que atenderá terminais táticos (transportáveis) e fornecerá uma taxa de 42 Mbps total e compartilhada para 2300 acessos simultâneos, com previsão de operação plena para o ano de 2013. A Fig. 4 mostra um exemplo de terminal do sistema avançado.



Fig. 3. Terminal portátil do sistema UFO.



Fig. 4. Terminal transportável do Sistema Avançado de Banda Estreita.

IV. SISTEMAS, TECNOLOGIAS E SOLUÇÕES DE GE PARA COMUNICAÇÕES VIA SATÉLITE

Mesmo os satélites não estão imunes às atividades de GE. Soluções têm sido buscadas para permitir se fazer GE em comunicações por esses meios.

Cuba tem realizado GE nas transmissões de TV americana por satélite e um órgão governamental dos EUA tem alertado para essa grande ameaça ilegal, que precisa ser impedida e que poderá tomar maiores proporções e outras repercussões mundiais daqui em diante.

Em face dessa possível ameaça, que pode vir a ser munição para atividades terroristas, algumas empresas, como a *Shogui Communications Ltd*, têm disponibilizado equipamentos e serviços para monitorar e interferir em comunicações via satélite. A placa Wavecom, já citada anteriormente, na sua versão W61PC, também pode atuar na faixa de uso de satélites.

A. Placa Wavecom

É uma placa de computador (para *slot* PCI e sistema operacional Windows 2000, XP ou 2003) que oferece todas as funções de análise, decodificação e processamento de comunicações de dados nas faixas de HF, VHF, UHF e SHF (*Super High Frequency* – frequência super alta, que vai de 3 GHz a 30 GHz), no modelo W61PC. Portanto, além de interceptar, monitorar, analisar e registrar sinais de rádio das faixas mencionadas, a W61PC também é capaz de realizar essas tarefas na faixa de uso de satélites, como o sistema INMARSAT (rede de satélites geoestacionários usada para radiocomunicações situada em alta órbita, cerca de 36000 km de altura). Pode ser controlada remotamente por outro computador ou operada em rede através do *software* de 32 bits da Wavecom. A demodulação e filtragem dos sinais podem ser feitas em tempo real. Possui mais de 150 protocolos de comunicações de dados cadastrados em seu banco de dados para a realização das tarefas de decodificação, análise, etc.

B. Shogui Communications

Essa empresa oferece diversos serviços, mas os que mais impressionam são os de monitoração, registro e interferência em comunicações de voz via rádio com tecnologia CDMA, como já fora mencionado, e em comunicações via satélite, como os sistemas VSAT e GPS.

O princípio de interferência em sistemas VSAT que a empresa utiliza é baseado em um subsistema integrado, no qual se pode interferir no sinal de enlace de decida (*downlink*) da antena, encerrando a comunicação entre os terminais VSAT. A potência de interferência pode ser ajustada para cerca de 3 dB acima do recebido pelo VSAT. A eficiência do sistema garante densidade de interferência suficiente para atuar em terminais VSAT cerca de 50 km de distância. O equipamento interferidor pode ser configurado de forma estática ou móvel, através de viaturas militares, e para a cobertura total de uma determinada área é necessário de dois a três sistemas, como mostra a Fig. 5.

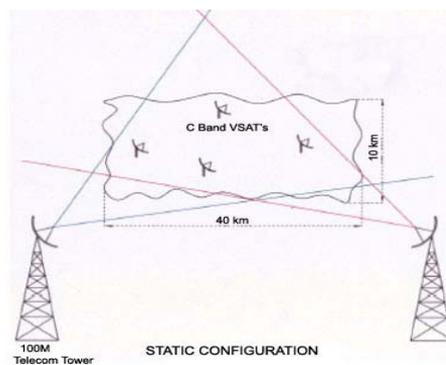


Fig. 5. Configuração estática de dois sistemas de interferência em terminais VSAT, cobrindo uma área de 40 x 10 km.

Sobre os serviços que atuam em GPS, sabe-se que os receptores desse sistema recebem sinais dos satélites com nível baixo de potência, os quais podem ser interferidos por meio de interferidores em solo. Os interferidores são usados primeiramente para atuar em sistemas de navegação baseados em GPS presentes em operações táticas. O interferidor é capaz de tornar ineficientes os serviços de radiolocalização ou introduzir imprecisões inaceitáveis para os fins a que se destinam os dados, se for corretamente e eficientemente aplicada a interferência. O equipamento interferidor é portátil e também pode ser adaptado para viaturas militares. Permite ainda ser rapidamente desmontado e adequadamente acondicionado para mudanças de posição.

V. OBSERVAÇÕES FINAIS

Como é possível perceber, a GE pode ser aplicada a favor dos interesses nacionais ou contra, o que eleva ainda mais a importância em se dominar as tecnologias que proporcionam o emprego da GE e evitar a forte dependência externa nesse setor. A Amazônia é composta de uma infinidade de riquezas que despertam a cobiça do mundo todo. O Brasil não pode deixar de se preocupar com o assunto e cuidar de seu território da melhor maneira possível. É preciso se antecipar aos eventos futuros ou mesmo despertar logo para fazer frente àqueles que já são uma realidade.

Faz-se necessário para as Forças Armadas Brasileiras, e porque não à Polícia Federal, desenvolver doutrinas sobre o emprego de satélites em radiocomunicações e introduzir conceitos de GE em suas três vertentes (MAGE - Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica, MAE - Medidas de Ataque Eletrônico e MPE - Medidas de Proteção Eletrônica) a respeito desse assunto.

Há a necessidade de um melhor aparelhamento, maiores investimentos governamentais ou políticas dentro das próprias Forças Armadas para incentivar a aquisição de equipamentos capazes de executarem essas tarefas. Obviamente, são equipamentos com tecnologia de ponta, com custos elevados, somente os países desenvolvidos possuem e, possivelmente, não comercializam seus mais avançados modelos. Isso reforça ainda mais o desenvolvimento de tecnologia nacional para minimizar ou acabar com a já mencionada dependência externa.

Diante das informações apresentadas, é perfeitamente possível enxergar que os sistemas de comunicações através de rádio na faixa de HF não deixarão nunca de serem utilizados,

mas usar satélites para se comunicar na Amazônia é extremamente mais vantajoso e viável. Muitos países mais desenvolvidos já se preocupam como podem fornecer qualidade nas comunicações militares no presente e também para um futuro próximo e optaram por inserir os sistemas via satélite nesse contexto. A integração dos meios de comunicações e o emprego de forças militares em operações combinadas já são conceitos muito difundidos no mundo atual e serão, sem sombra de dúvidas, ainda mais usados no futuro. O Brasil não pode ir contra o sentido da evolução e não pode se dar ao luxo de não acompanhar esse processo, até mesmo podendo ser um exemplo para o mundo, pois possui necessidades indiscutíveis e todas as condições possíveis para que essa afirmação se torne uma realidade.

REFERÊNCIAS

- [1] Shoghi Communications Ltd, *Communication Jamming*. Disponível em: http://www.shoghi.co.in/gps_jammer.html. Acessado em 12 de novembro de 2006.
- [2] Shoghi Communications Ltd, *Communication Jamming*. Disponível em: http://www.shoghi.co.in/vsat_integrated_jamming_system.html. Acessado em 12 de novembro de 2006.
- [3] Wavecom, *W61PC*. Disponível em: <http://www.wavecom.ch/HTML/products&solutions.htm>. Acessado em 12 de novembro de 2006.
- [4] The Agonist, *Cuba Accused Of Jamming TV Signals To Iran*. Disponível em: <http://www.agonist.org/archives/005278.html>. Acessado em 12 de novembro de 2006.
- [5] D. H. Martin, *A History of U.S. Military Satellite Communication Systems*. Disponível em: <http://www.aero.org/publications/crosslink/winter2002/01.html>. Acessado em 12 de novembro de 2006.
- [6] G. Elfers, S. B. Miller, *Future U.S. Military Satellite Communication Systems*. Disponível em: <http://www.aero.org/publications/crosslink/winter2002/08.html>. Acessado em 12 de novembro de 2006.
- [7] Above Top Secrets, *X-45 UCAV unmanned combat aircraft*. Disponível em: <http://www.abovetopsecret.com/forum/single.php?post=428818>. Acessado em 12 de novembro de 2006.
- [8] GlobalStar do Brasil, *Sucesso nas atuações junto ao TSE desde 2002*. Disponível em: http://www.globalstar.com.br/website/globalstar/jsp/arquivos_comuns/casos_sucesso/caso_eleicoes.jsp?valor=22&vl_i=20. Acessado em 12 de novembro de 2006.
- [9] M. S. Assis, *Sistemas Via Satélite*. Rio de Janeiro, RJ: UFF/ CEP – EB, 2005.