

ANÁLISE DA VIABILIDADE DA INTEGRAÇÃO RÁDIO DO SIVAM COM O SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE DE UMA BRIGADA DE INFANTARIA DE SELVA EM OPERAÇÕES

Juliano Brandão Palácio^A; Alexandre Rebelo de Souza^B

RESUMO

Os conflitos modernos têm aumentado o nível de complexidade da coordenação e controle de todos os sistemas operacionais, necessitando de um Comando e Controle (C²) baseado em eficientes sistemas de comunicações e inteligência, na informatização, no sensoriamento remoto e na guerra eletrônica. As operações militares em ambiente operacional de selva também possuem esta necessidade, havendo, porém dificuldades específicas inerentes a este ambiente. Nesse sentido, o presente estudo pretendeu analisar a viabilidade da integração rádio do Sistema de Vigilância da Amazônia, com o sistema de C² de uma Brigada de Infantaria de Selva para que se

possa fornecer subsídios sobre como integrá-los para agregar valor ao C² em um combate de selva. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica baseada em publicações da EsAO, e livros especializados nos temas: SIVAM e comunicações satelitais. Os resultados indicam que a integração rádio é possível, porém não compensadora pela baixa eficiência dos equipamentos e tecnologia envolvidas. A solução mais simples e viável consiste no fornecimento, para a Brigada de Infantaria de Selva, de terminais específicos para acesso ao SIVAM.

Palavras chave: Comando e Controle, selva, integração rádio, Sistema de Vigilância da Amazônia.

ABSTRACT

The modern conflicts have increased the level of complexity of coordination and control of all operational systems, requiring a Command and Control (C²) based on efficient communication systems and intelligence, in the

computerization, in the remote sensing and electronic warfare. Military operations in the jungle operational environment, also have this need, but there are specific difficulties inherent to this environment. Accordingly, this

^A – Mestre Profissional em Operações Militares pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) em 2009.

^B – Mestre em Operações Militares pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) em 2002.

study sought to examine the feasibility of the integration by radio of the Amazon Surveillance System, with the C² system of the Jungle Infantry Brigade in order to provide support on how to integrate them to add value to a C² of jungle combat. It was performed a literature search based on publications of EsAO, and specialized books on the topics: SIVAM and satellite communications. The results indicate

that the radio integration is possible, but not rewarding for the low efficiency of equipment and technology involved. The simplest and viable solution is to provide, for the Infantry Brigade of the Jungle, specific terminals for access to the SIVAM.

Keywords: Command and Control, jungle, radio integration, Surveillance System of the Amazon.

1 INTRODUÇÃO

Os conflitos modernos têm aumentado o nível de complexidade da coordenação e controle de todos os sistemas operacionais, necessitando de um Comando e Controle (C²) com sua dimensão técnica baseada em uma infra-estrutura composta por instalações adequadas, equipamentos de telemática, sistemas de software de apoio à atividade de C², sistemas e enlaces de comunicações e sistemas de sensoriamento¹. As operações militares em ambiente operacional de selva também possuem esta necessidade, havendo, porém dificuldades específicas inerentes a este ambiente, tais como: a umidade e calor excessivos que diminuem a vida útil dos eletrônicos, a carência de estradas, as grandes distâncias e a atenuação forte dos sinais de rádio

pela vegetação densa². Tudo isso se constitui num grande problema para a utilização de um sistema de C² que atenda as necessidades do combate moderno e ao mesmo tempo adapte-se às peculiaridades do ambiente de selva.

Na esteira destas considerações, já existe uma estrutura tecnológica implantada na região amazônica brasileira que oferece bastante recursos tecnológicos de infra-estrutura o qual é o Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM). A estrutura do SIVAM consiste em um sistema que dispõe de sensores para aquisição de dados, meios de processamento, visualização e difusão de dados, proporcionando a coleta, integração e acesso de informações, aos órgãos com atribuições na

Amazônia. Isto permite um elevado nível de integração entre estes órgãos, dentre eles o militar, para que possam atuar³.

O SIVAM teve origem na década de 90, por meio de um documento do Ministério da Aeronáutica que apresentou oficialmente ao governo uma série de razões para a montagem de um sistema de monitoração da Amazônia: a Exposição de Motivos nº 194. O Projeto SIVAM é definido como: "infra-estrutura de meios técnicos para possibilitar o emprego das ações propostas pelo SIPAM"; este encarregado de agrupar os diversos planejamentos, de todas as instituições e órgãos que se preocupam com as dificuldades ecológicas, econômicas, políticas, antropológicas e sociais da Amazônia Legal, para que sejam cumpridos de forma integrada⁴.

Dessa maneira, estas preocupações dirigiram-se fundamentalmente para a região Norte, consubstanciadas inicialmente em especial no projeto de inspiração militar conhecido como Calha Norte (seu título completo é Desenvolvimento e Segurança na Região ao Norte das Calhas dos Rios Solimões e Amazonas) e nos seus desdobramentos, que finalizaram no Sistema de Proteção da Amazônia

(SIPAM)⁴.

Mas de que forma pode-se integrar o SIVAM ao sistema de C² de uma brigada de infantaria de selva para que esta possa utilizar-se daquela? É viável realizar esta integração via rádio? Em torno destas indagações, pode-se formular algumas questões de estudo:

- a. Como está estruturado o SIVAM?
- b. Qual o nível de dependência tecnológica do País com relação à manutenção do Sistema?
- c. O sistema de comunicações de Bda está adequadamente estruturado para integrar-se com o SIVAM através do sistema rádio?
- d. Quais os tipos de adaptações necessárias ao SIVAM e ao sistema de Com de Bda para integrá-los via rádio?
- e. No contexto das operações de selva, quais benefícios à Bda essa integração traria ?

Em resposta a estes questionamentos, o estudo pretendeu analisar a viabilidade de utilização do SIVAM/SIPAM como fontes de informações para o combate no contexto das operações de selva, integrando via rádio ao sistema de C² de uma Bda Inf SI. Desejou-se abordar: a análise das características técnicas do SIVAM: estrutura e tecnologias; as

características dos dados que podem ser fornecidos pelo SIVAM e a importância destes dados para processo decisório dos comandantes; a análise doutrinária e prática do sistema de Com de Bda visando confrontar com a viabilidade de integrá-lo via rádio ao SIVAM e como utilizá-los nas estratégias da Doutrina Convencional e de Resistência.

Levando-se em consideração a possibilidade de utilização extensiva e intensa de dados levantados pelo SIVAM, este estudo justifica-se por levantar elementos essenciais para uma posterior normatização de como se integrar o SIVAM como ferramenta de fonte de informações para auxiliar nas decisões do comando da Bda no campo de batalha e em operações de selva.

Pretende-se também, buscar a conscientização da importância da utilização de recursos tecnológicos modernos, como o SIPAM, como ferramenta indispensável ao comando para obter informações diversas sobre o campo de batalha do TO amazônico

que o leve a decidir com precisão e oportunidade.

O Exército Brasileiro necessita de uma estrutura de Comando e Controle em operações na região amazônica que atenda às necessidades do combate moderno. Desta forma, o presente estudo pretende analisar a viabilidade de integração rádio do sistema de ¹⁰ uma brigada de infantaria de selva com o SIVAM, em operações. Encontrar soluções que sejam viáveis para a integração destes dois sistemas pode aumentar significativamente a capacidade do sistema de Comando e Controle de uma brigada de infantaria de selva em adquirir e fornecer informações de forma segura, rápida e flexível, vindo a fornecer mais subsídios para dar suporte as decisões de nossos comandantes.

Uma vez concluído o estudo, pretende-se também propor uma forma adequada de utilização da infraestrutura e dos produtos do SIVAM por parte de uma brigada de infantaria de selva em operações de selva.

2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se por ser de natureza aplicada, e com o objetivo gerar conhecimentos sobre

como utilizar o SIVAM para a aquisição e aplicação prática das informações geradas.

A abordagem de estudo é de metodologia por pesquisa bibliográfica e que, para sua consecução, terá por método, a leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa, bem como sua revisão integrativa, contribuindo para o processo de síntese e análise dos resultados de vários estudos, de forma a consubstanciar um corpo de literatura atualizado e compreensível.

A seleção das fontes de pesquisa foi baseada em publicações de autores de reconhecida importância no meio acadêmico e militar.

O delineamento de pesquisa contemplou as fases de levantamento e seleção da bibliografia; coleta dos dados, crítica dos dados, leitura analítica e fichamento das fontes, argumentação e discussão dos resultados.

Por tratar-se de uma pesquisa bibliográfica e carecer de uma experimentação de campo, a investigação foi limitada pela impossibilidade de se generalizar os resultados ao ambiente real de combate.

a. Fontes de busca

- Manuais doutrinários do Ministério da Defesa e do Exército Brasileiro.

- Publicação de Livro Jornalístico especializado na implantação do

SIVAM;

- Monografias do Banco de Dados da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército Brasileiro.

- Dissertação de mestrado da base de dados do Instituto Militar de Engenharia (IME).

- Publicações da Base de dados de Pós-graduação nível *latu sensu* da Universidade Federal Fluminense.

- Pesquisa eletrônica nos sites oficiais do SIPAM e da Inmarsat, bem como a utilização de ferramentas de busca.

b. Estratégia de busca para as bases de dados eletrônicas

Durante as pesquisas nas bases de dados eletrônicos foram empregados os seguintes termos descritores: "SIVAM, *integração rádio propagação, hf, protocolo TCP e...*"¹¹, conforme as peculiaridades de cada base de dados.

Ao findar da busca eletrônica, as referências bibliográficas dos estudos considerados relevantes foram analisadas, a fim de localizar artigos não encontrados na referida pesquisa.

c. Critérios de inclusão

- Estudos publicados em português ou inglês.

- Estudos publicados de 1996 a 2006.

- Livros especializados na área

de telecomunicações e Comando e Controle com mais de uma edição.

- Base doutrinária do Exército Brasileiro que esteja em vigência.

d. Critérios de exclusão

- Estudos com objeto de pesquisa pouco definido e explicitado.

- Estudos com mais de 12 anos.

- Sites não oficiais sobre o

assunto.

- Considerações de cunho pessoal, tais como opiniões e pesquisas pessoais.

Desta forma, trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois durante a pesquisa bibliográfica e documental, ocorreu a interpretação dos eventos de forma descritiva.

3 RESULTADOS

A seguir, serão abordadas a estrutura do Sistema de Proteção da Amazônia / Sistema de Vigilância da Amazônia (SIPAM/SIVAM); a dependência tecnológica brasileira em relação ao SIPAM; a estrutura do Sistema de Comando e Controle de um brigada de infantaria de selva; os dados do SIPAM úteis a uma brigada de infantaria de selva; e a forma como realizar uma integração rádio, analisando a sua viabilidade.

3.1 A estrutura do SIPAM/SIVAM

O Sistema de Proteção da Amazônia, SIPAM, consiste em um organismo pertencente à Casa Civil da Presidência da República, o qual é gerenciado pelo Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM). A visão sistêmica da produção e veiculação de informações técnicas, é formada por

uma complexa base tecnológica e uma rede institucional. Tem como função integrar e gerar informações atualizadas para "articulação e planejamento e a coordenação de ações globais de governo na Amazônia Legal, visando a proteção, a inclusão e o desenvolvimento sustentável da região"⁵.

Cabe, primeiramente elucidar a diferença entre o SIVAM e o SIPAM. O primeiro consiste na infraestrutura de meios técnicos que executa as atividades de: Monitoração Meteorológica, Planejamento e Controle Operacional, Vigilância Aérea e de Superfície, Monitoração de Comunicação, Controle de Trafego Aéreo e Vigilância Ambiental (terminais VSAT com GPS, satélites, radares fixos e móveis, aeronaves radar e de sensoriamento remoto etc.). Enquanto que o SIPAM, em si é a integração de

diversos órgãos governamentais envolvidos na "problemática da amazônia" (por exemplo: Inpe, IBGE, , Embrapa, Ibama, Sudam, Incra, Ministério do Meio Ambiente, Polícia Federal, Exército, Marinha, Aeronáutica, Funai, etc)⁴.

O SIPAM possui os Centros Regionais de Belém, Manaus e Porto Velho, onde os documentos são produzidos e os dados são "...avaliados, tratados, difundidos e integrados". E para maior integração com os Estados da Amazônia Legal, foram criados os Centros Estaduais Usuários com o objetivo de realização de projetos e a troca de informações e utilização dos produtos⁵ . Para uma melhor visão dos tipos de produtos fornecidos pelo SIVAM, pode-se subdividi-los em 6 grupos:

1) Grupo de produtos de inteligência.

Alimenta o Sistema Brasileiro de Inteligência (Sisbin) com conhecimentos oriundos de fontes tecnológicas, tais como: sensoriamento remoto, inteligência eletrônica (mais voltado para as não-comunicações) , inteligência do sinal (mais voltado para o campo das comunicações), *data mining* e modelagem.

2) Grupo de produtos de banco de dados

Deixa disponível aos diversos usuários dados como: Base Cartográfica, Geologia, Geomorfologia, Solo, Vegetação, Socioeconomia, Biodiversidade, Pluviometria e Fluviometria. Além da base vetorial, o sistema possui imagens de satélite, imagens de sensores aerotransportados e dados meteorológicos.

3) Grupo de produtos de sensoriamento remoto

Fornece dados advindos dos seguintes sensores:

- O sensor Radar de Abertura Sintética (SAR), que fornece informações meteorológicas;

- Os sensores hiperespectral (HSS) e multiespectral (MSS), os quais dão informações detalhadas de superfície: mineral, ¹³vegetação, hidrografia, composição atmosférica, etc.

- O sensor infravermelho (OIS), que consiste em câmeras para imageamento tipo filmagem de uso diurno e noturno. São particularmente úteis em ações policiais ou de cunho militar.

4) Grupo de produtos de infraestrutura de Terminais Integrados de Comunicações

Apesar de todos os produtos serem de alguma forma de interesse

da atividade militar em combate, esse grupo de produtos é o de interesse mais óbvio ao sistema de C² de um Bda Inf Sl. Isto porque consiste em "...Terminais de Usuários compostos de uma antena VSAT, um telefone/fax e um computador, que garantem acesso à comunicação para uma série de órgãos de governo. Esse sistema configura uma rede cativa de telecomunicações...". Cabe ressaltar que estes terminais VSAT tem GPS⁵. Há também as maletas RDSS.

5) Grupo de produtos Web

São diversos produtos disponibilizados via Web para os usuários, dentre eles destacam-se: boletim climático, imagens de satélite e imagens de radar⁵.

Os aviões R-99A e R-99B, são respectivamente, para alarme aéreo antecipado e reconhecimento por sensoriamento remoto, recebidas do SIVAM. Eles começaram a operar em 2002 e participam de operações militares. O Bandeirante, EMB 110, possui um sensor MSS instalado. Está em operação desde 2005⁶.

O R-99A é oriundo do jato de transporte regional ERJ-145, e carrega em sua parte posterior estações móveis de radar modelo Ericson PS-890 Erieye e para monitoração de

emissões eletromagnéticas e sistemas de comando e controle⁴. Este Radar de Abertura Sintética (SAR) reconhece alvos de alta resolução e é constituído por uma antena, transmissor, receptor, processador de sinais, interface de detecção de movimentos, interface GPS e gravador em alta resolução. Tem baixa dependência de condições climáticas e opera nas bandas X (9,6 GHz - 3,2cm) e K(1,28 GHz 23,43cm)⁷.

Em termos simples, O R99-A complementa o rastreamento radar de alvos de cima para baixo, complementando o trabalho das estações fixas e móveis terrenas, as quais o fazem de baixo para cima⁴.

O R99-B, também oriundo do ERJ-145, dispõe de radar de abertura sintética multiespectral (MSS). ¹⁴ L₁ varre banda que vai da luz visível ao infravermelho termal ³ e proporciona produtos úteis: cartas e modelos de elevação do terreno, além ter capacidade para acusar e localizar, com significativa precisão, movimentos na superfície⁴. Serve basicamente ao monitoramento ambiental, "[...]incluindo o uso da terra, recursos hidrológicos, vegetação e produção agrícola. O sensor produz imagens para o mapeamento de incêndios, de reservas indígenas e de atividades ilegais"⁷.

No total, para vigilância aérea,

tem-se cinco aeronaves R99-A e três R99-B, além de quatro aviões HAWKER 800 XP, os quais possuem radares, rádios de comunicação ar-solo e de auxílios de navegação aérea⁷.

Também faz parte da estrutura do SIPAM os terminais satelitais de abertura sintética (VSAT- Very Small Aperture Terminal), mais especificamente, da infraestrutura de comunicações⁵. Este tipo de material começou a ser empregado no início da década de 80 na banda "C" com antenas de 60 cm de diâmetro. Sua crescente evolução e utilização deve-se as suas características: facilidade de instalação ocupando um espaço reduzido, manutenção simples pelo fato de ser de estrutura modular, custo relativamente baixo e alta confiabilidade operacional¹⁷.

Os terminais VSAT do SIVAM, como em qualquer outro terminal VSAT, fazem parte de uma rede composta por três componentes básicos: as próprias estações VSAT, uma estação *master* opcional, e um satélite ou conjunto de satélites de retransmissão⁸. Segundo DALBELO (2007), "...todos os terminais VSAT utilizam-se do mesmo *transponder*... e compartilham a mesma banda...". Suas dimensões são relativamente pequenas, sendo que as antenas

variam entre 2,5m e 4m. A alocação de canal de RF para um terminal específico VSAT pode ser permanente ou por demanda. Daí pode-se inferir que uma suposta distribuição de terminais VSAT móveis para os PC das Bda Inf SI, mais os meios técnicos para apontamento da antena e sintonização no canal de RF (de preferência, permanente) distribuída a esta OM garantiria a integração via satelital da Bda Inf SI em qualquer tipo de operação⁸.

Terminais VSAT foram instalados em localidades carentes de estruturas locais de comunicações e consistem, em: antena com LNA, baterias solares (quando necessário), microcomputador, fax, transceptor PES 5000 e uma impressora⁵.

A maleta RDSS (*Radio Determination Satellite Service*) é um equipamento de Serviço de radio-determinação por satélite. Ele pode ser instalado em maleta antiimpacto e em versão veicular. Consiste em um pager transmissor com duas baterias ligadas em série, uma antena para LEOS e um cartão de memória. Serve para transmitir e receber mensagens em texto e possui um GPS que informa automaticamente a posição aos Centros Regionais de Vigilância (CRV)⁸.

Uma importante característica a ser salientada é que esta rede de comunicações está baseada na prestação de serviços da constelação satelital da Inmarsat⁸.

3.2 A dependência tecnológica brasileira em relação ao SIPAM

3.2.1 O repasse de tecnologias e as empresas brasileiras e estrangeiras

O processo de montagem do SIVAM, enquanto projeto, enfrentou turbulências desde o critério de classificação da empresa vencedora da concorrência até o final da sua implantação. No ano de 1994, a extinta Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE) foi a responsável pela escolha da empresa vencedora. Como o valor estimado do sistema era de US\$ 1 bilhão (dólares) na época, a disputa entre as empresas internacionais foi acirrada. Houve até boatos que empresas estariam divulgando informações falsas de que o SIVAM é um programa com fins militares, com a intenção de afastar concorrentes cujas leis dificultam ou proibem o fornecimento de equipamento que possam ter utilização bélica³.

Dentre infindáveis querelas políticas em torno da implantação do SIVAM, mais uma destaca-se no

sentido da segurança das informações: a espionagem industrial. Brigagão (2006) foi perspicaz ao observar que atualmente trava-se entre os países, uma "guerra econômica" como questão crucial de segurança dos Estados e das grandes multinacionais. Em termos claros, seria a intervenção dos Estados nas grandes questões econômicas (seja ela por meios diplomáticos, ou até mesmo através de espionagem) por se tratar de uma questão de segurança³.

Dentro desta ótica, o jornal norte-americano The New York Times denunciou, naquela época, que a Agência Central de Inteligência do Governo americano teria se infiltrado junto às fontes francesas e teria descoberto que a Thomsom (a principal concorrente da americana Raytheon no caso SIVAM) oferecera "grandes propinas a funcionários brasileiros com influência sobre a decisão"³. Obviamente, este grande interesse demonstrado pelos os principais concorrentes na implantação do sistema pode ter um viés não só econômico como também militar. A partir destas considerações levanta-se questionamentos, voltados para a preocupação com a segurança:

- Se havia interesse militar destes dois países, qual seria? O de poder não fornecer mais a infra-

estrutura de material, ou o de poder ter acesso as informações produzidas e trafegadas no SIVAM?

Os critérios de concorrência obedeceu, dentre outras condicionantes, o repasse de tecnologia para a Esca, uma empresa nacional³. Dessa forma, vence o grupo Norte Americano Raytheon. JESUS (2003), cita o trecho abaixo transcrito do então Ministério da Aeronáutica que refuta a possibilidade da empresa norteamericana obter as informações produzidas pelo sistema, apesar de possuir conhecimento detalhado sobre a estrutura do sistema e ser a empresa fornecedora do material:

"O controle brasileiro sobre todas as fases do projeto (inclusive as expansões futuras) estará assegurado contratualmente, pela participação da integradora brasileira nas atividades de controle da configuração, desenvolvimento do 'software' estratégico, elaboração de projetos de engenharia, integração do sistema, gestão logística e gerenciamento do empreendimento (...)

"É fundamental destacar, ainda, que o fato da empresa fornecedora ter conhecimento detalhado interno do sistema, não significa ter acesso ou conhecer dados e informações nele contidas ou aplicações por ele processadas. Os aspectos de maior relevância, quais sejam a coleta, o processamento e guarda das informações sobre a região, serão de exclusivo domínio dos brasileiros. Não existe, portanto, qualquer comprometimento dos interesses nacionais causado pelo acesso privilegiado sobre o processo de integração e o conhecimento sobre o funcionamento interno do sistema de que dispõe a Raytheon."³

As fontes bibliográficas a respeito desse assunto nunca serão suficientes para conferir a certeza de que o SIVAM não é passível de sofrer vazamento de dados sigilosos. Porém, como citado acima, há uma convicção da Força Aérea Brasileira na inviolabilidade destes dados. O levantamento sobre a certeza da inviolabilidade dos dados produzidos e trafegados são obviamente cruciais não só para concluir sobre a utilização ou não do SIVAM pela brigada de infantaria de selva, como também são importantíssimos para a resolução de problemas internos de segurança.

3.2.2 A dependência da rede inmarsat e outras vulnerabilidades tecnológicas

A rede inmarsat das maletas RDSS enquadra-se como um recurso local, pois é um material que pode auxiliar o funcionamento dos meios da Força Terrestre ou mesmo constituir meio com possibilidade de complementar os sistemas de comunicações normalmente instalados. Nossa doutrina prevê claramente que se deve fazer um uso criterioso de medidas que resguardem a segurança física e da exploração dos meios utilizados². Desta forma, cabe analisar como a Inmarsat estrutura este serviço.

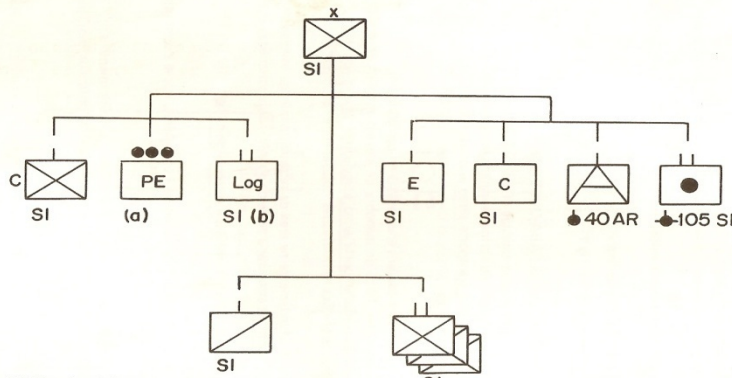
A Inmarsat é uma empresa

multinacional especializada que fornece o serviço de dados via satélite para o SIPAM para interligar os equipamentos RDSS que pertencem ao Projeto-P da Inmarsat e são denominadas Sistema de Comunicação por Satélite CAPSAT^{8,9}. O fato do Brasil não possuir o domínio de lançamento, e a posse e controle dos satélites de que faz uso é em si uma vulnerabilidade expressiva, levando-se em consideração que não seria possível, em princípio, evitar o seu desativamento intencional.

O sistema de comunicações do SIVAM como visto anteriormente, possui os VSAT (Very Small Aperture Terminal) os quais utilizam-se, do Sistema Nacional de Telecomunicações como suporte da transmissão das informações, fazendo uso dos satélites brasileiros³. Esse subsistema aplica o conceito de rede digital de serviços integrados (RDSI). Conclui-se claramente que, os terminais VSAT são, em princípio, mais seguros que os RDSS.

Aliado a este fato, há também a possibilidade do inimigo realizar guerra eletrônica contra os satélites de que se servem o SIPAM. Segundo SABBAT (1998), as atividades de MEA sobre um enlace via satélite são possíveis no momento que o receptor de MEA

esteja dentro da área de cobertura do satélite. É fato que as emissões via satélite possuem diversas medidas de proteção eletrônicas (MPE), tais como: espalhamento espectral, multiplexação do sinal, encriptação e codificação do sinal e utilização de Múltiplo Acesso por Divisão de Código (CDMA). Estas medidas por si só seriam suficientes para considerar o enlace satelital seguro. Porém, no caso de conflito com uma nação que consiga junto à empresa os parâmetros dos sinais e/ou tenha acesso aos códigos de encriptação, codificação e acesso, a MEA seria plenamente viável¹⁰. Esta preocupação com o não vazamento dos dados tramitados por este meio foi ventilada durante uma investigação da Câmara dos Deputados sobre o processo de estruturação do SIPAM. Em depoimento, o então ministro Lélío Lobo afirma que a Raytheon (empresa vencedora da concorrência no fornecimento dos equipamentos do SIPAM) não tem qualquer participação no processo, a não ser como fabricante¹⁸ e responsável pela assistência técnica³. Porém para o físico Cerqueira Leite, haveria controle sim, pois: "como está configurado, o SIVAM passa a se constituir numa brecha para a penetração dos EUA,... técnicos da Raytheon terão de fazer manutenção



(a) Adido à Cia C
(b) Na Bda SI a Cia Adm é orgânica do BLog

dos radares e demais equipamentos”³.

No campo das Contramedidas Eletrônicas (CME) contra satélites, existem ações possíveis de neutralizar um satélite, porém muito difíceis de serem executadas. Existem várias maneiras de se neutralizar um satélite por meio das técnicas Anti-Satélite (ASAT), dentre elas destaca-se: o uso de explosivos alojados em mísseis, a destruição das bases terrestres, o uso de veículos anti-satélite e o uso de míssil anti-satélite¹⁰.

3.3 O SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE DE UMA BRIGADA DE INFANTARIA DE SELVA

A Brigada de Infantaria de Selva é uma grande unidade (GU) formada em sua base por batalhões de infantaria de selva. Sendo que sua fluidez e capacidade de sobrevivência em ambiente hostil de selva são suas características marcantes¹¹.

Dentre as suas possibilidades, tem-se as que são comuns a qualquer

outra Brigada de Infantaria, que são:

conduzir operações continuadas, ofensivas ou defensivas, como força independente ou fazendo parte de uma força maior;

- organizar-se para o combate adaptando-se à missão e ao terreno no qual tenha de operar;

- executar missões de segurança para uma força maior;
- participar de operações combinadas;
- realizar operações contra forças irregulares;
- receber em reforço, temporariamente, mais um batalhão de manobra sem comprometer sua capacidade de apoio logístico;
- receber, com operacionalidade empenhadas, uma esquadrilha de ligação e observação;
- explorar os efeitos das armas e agentes químicos, biológicos e nucleares; e
- cumprir missões no quadro de segurança integrada¹¹.

Há como possibilidades, dentre outras capacidades específicas, as de:

- empregar seus batalhões de forma descentralizada; e
- operar com limitado apoio logístico.

O organograma de uma brigada de infantaria de selva nos dá uma visão das suas peças de manobra orgânicas e, conseqüentemente, das necessidades de ligação do escalão considerado com seus elementos subordinados :

3.3.1 Sistema de comando e controle de uma brigada de infantaria de selva

Não existe uma fonte de consulta no âmbito Exército Brasileiro que aborde especificamente a estrutura de comando e controle para tal brigada. Porém, das peculiaridades e possibilidades citadas no item anterior aliadas com as características de comando e controle das brigadas de infantaria de maneira geral, levanta-se dados importantes para o escopo desta pesquisa.

Todas essas peculiaridades acima listadas tem influência direta no Comando e Controle tanto em seu nível interno quanto com o escalão superior por que o comando deve possuir os meios adequados e eficientes para dirigir e controlar as forças sob seu comando, incluindo (inclusive as recebidas em reforço), e integrar o seu apoio e suas ações com outras forças armadas¹¹.

Apesar do manual C 7 - 30 - BRIGADAS DE INFANTARIA ter sua

última versão datada de 1984, suas observações sobre o seu sistema de comunicações são ainda pertinentes do ponto de vista conceitual. Ele prevê que:

Os vários meios (multicanal, rádio, fio, mensageiros, visuais e acústicos) têm possibilidade e limitações diferentes, sendo empregados de forma que se suplementem entre si e não dependa exclusivamente de um único meio. Os meios mais empregados pela brigada em uma determinada situação devem ser os que proporcionem o máximo de confiança, flexibilidade, sigilo e rapidez, com o mínimo de esforço e consumo de material¹¹.

De fato, esta idéia chave acima apresentada se coaduna com a concepção de que o sistema de comunicações deve estar baseado em diversos meios para poder atender aos princípios de emprego da confiabilidade, flexibilidade e continuidade².

Os meios disponíveis de comunicação para a brigada são: multicanal, rádio, fio, mensageiros, visuais e acústicos¹⁰. Dentro do sistema rádio a brigada participa de redes externas e redes internas. Destas, destacam-se as redes externas Log Ex Cmp, Op DE e Intlg DE porque operam, normalmente em HF/SSB grafia¹².

Isso importa ao escopo deste estudo por dois motivos: primeiramente, uma possível criação de uma rede rádio de dados como o SIPAM estaria configurada como uma rede externa à Bda. Em segundo lugar, devido à possibilidade de uma brigada de infantaria de selva empregar seus meios de maneira descentralizada (a grandes distâncias), isto implicaria que o único meio de comunicação disponível em uma brigada de infantaria de selva que pudesse ser utilizado para acessar o SIPAM seria o rádio². Particularmente em HF, pois a sua faixa de frequência de 3 a 30 MHz tem como característica a cobertura de grandes distâncias e é economicamente compatível com a realidade do extenso território nacional¹³.

3.4 DADOS DO SIVAM/SIPAM ÚTEIS À BRIGADA DE INFANTARIA DE SELVA

O SIVAM fornece uma gama de dados muito grande devido às suas características. Depreender sobre quais dados, ou produtos do SIVAM são úteis ao combate em área de selva implica na análise do que é necessário ao planejamento e o que é relevante para a decisão do Cmt. Dos dados fornecidos disponíveis, pode-se listar:

- a. Produtos de inteligência.

As cinco aeronaves de Vigilância Aérea, baseadas no EMB RJ 145, dotadas de radares aerotransportados e de consoles de comando e controle podem deslocar-se rapidamente e com sigilo, suprimindo as necessidades de detecção à baixa altura¹. Tal aeronave é nomeada de R-99A e possui o equipamento Ericson PS-890 Erieye (radar) no seu interior. Além de equipamentos para monitorização de emissões eletromagnéticas MEA em HF VHF e UHF. Os simples fato de rastrear de cima para baixo trás a vantagem enorme de se conseguir eliminar as limitações impostas pelo terreno¹.

Estas informações oriundas de fontes de sinais são uma natureza das fontes de dados do sistema inteligência, ou seja, complementa as informações das fontes humanas obedecendo ao um princípio básico da inteligência, que é o da Amplitude: "o conhecimento produzido sobre o fato, assunto ou situação, deve ser o mais completo possível." ¹⁴. Instalou-se no Brasil, pela primeira vez, um sistema de vigilância baseado no ar.

O grande número de dados produzido por este recurso, tem tratamento em softwares de tratamento de dados com o objetivo de descartar dados dispensáveis e modelar um

conhecimento relevante, aumentando sobremaneira a agilidade e qualidade da informação⁵.

b. Produtos Cartográficos. de sensoriamento remoto e Sócio-ambientais

O Sistema possui aeronaves de sensoriamento remoto (R-99B ou EMB RJ 145 RS), a qual é voltada para a cartografia e levanta dados para o meio ambiente. Seus radares de abertura sintética (SAR) e imageadores multiespectrais (MSS), varrem bandas de frequência do visível ao infravermelho termal, que lhe permitem-no criar cartas e modelos de elevação do terreno em toda a região⁵.

A tecnologia MSS proporciona resultados mais satisfatórios do que os próprios satélites utilizados pelo Sistema, permitindo, dessa maneira, aquisição profusa de dados inéditos, principalmente no tocante a mapas e cartas geográficas⁴.

A disponibilização de cartas, fotografias e imagens no terreno tem indiscutível emprego nas atividades militares, uma vez que o estudo do terreno é um dos fatores do planejamento militar.

É importante frisar que, sobre a sua capacidade para acusar e localizar, com significativa precisão, os movimentos na superfície e de projetar

modelos de elevação de áreas delimitadas, torna-se útil para as eventuais operações táticas desempenhadas pela tropa.

c. Produtos de infra-estrutura de Comunicações e *Web*

As grandes distâncias com que operam das brigadas de infantaria de selva, necessitam fazer com que seja necessário equipamentos não previstos doutrinariamente para estabelecer a troca de dados com o escalão superior, tal como já abordado anteriormente. Os terminais VSAT do SIPAM são antenas fixas, instaladas em diversos lugares da amazônia e que permitem que um terminal dedicado de computador se integre ao SIPAM. Todos os produtos tratados nas letras a., b. e c. do presente capítulos são disponibilizados por meio destes terminais dedicados⁶.

Outro equipamento merecedor de destaque é o RDSS. Sua característica é a capacidade do SIPAM acompanhar o deslocamento do usuário e ainda fornecer comunicações de dados via mensagens simples de textos. É importante salientar que o terminal possui baterias internas que permite que o usuário continuem operando mesmo estando horas sem fonte de energia local. A empregabilidade deste

equipamento é particularmente interessante em operações inseridas dentro do contexto da estratégia da resistência. Cabe, no entanto, ressaltar que o seu uso está condicionado a não-possibilidade do inimigo de interferir ou adquirir/analisar o sinal satelital. Como desvantagem, cita-se a vulnerabilidade às condições climáticas, particularmente a chuva e a copa das árvores⁸. Um outro produto disponibilizados via Web é o boletim climático. Esta informação influi diretamente um planejamento às operações em ambiente de selva¹⁵.

3.5 A INTEGRAÇÃO RÁDIO

Do exposto acima, surge a necessidade de se verificar se há viabilidade técnica para realizar uma integração dos terminais VSAT do SIPAM via rádio com o sistema de Comando e Controle de uma brigada de infantaria de selva. Quanto ao sistema rádio na banda de HF (3 a 30 MHz), a concepção de integração está basicamente voltada para os seguintes itens:

- Um rádio em HF com capacidade de transmissão de dados localizado em algum Centro Regional de Vigilância do SIPAM e integrado a ele; e
- Um outro rádio em HF no

comando da Brigada de Infantaria de Selva em operações para receber as informações disponibilizadas.

Quanto a utilização rádio na banda de VHF (30 a 300 MHz), a forma de integração seria diferente:

- O SIPAM manteria sua estrutura normal; e
- Um terminal VSAT no comando da Brigada de Infantaria de Selva em operações com o recursos de radiodifusão em VHF para integrar as OM diretamente subordinadas ao SIPAM.

Em ambos os casos, a utilização da maleta RDSS, está enquadrada apenas como mais um recurso local de comunicações a ser utilizado em separado, e não configura-se como integração rádio.

3.5.1 Protocolo TCP/IP em redes sem fio

Uma forma de fazer a integração de dados entre os sistemas seria utilizando o protocolo TCP/IP via faixa de HF, pois esta faixa possui diversos atrativos, dentre eles destaca-se:

- a. A comunicação com plataformas móveis localizadas além da linha de visada;
- b. As comunicações de dados envolvendo localizações remotas, onde

outros meios são inviáveis; e

c. A possibilidade de uso durante uma operação militar com emprego de tropas, em ambientes hostis¹⁶.

A propagação em HF pode ser feita pelas ondas superficial e ionosférica. Esta última permite reflexões na superfície da terra a serem refratadas nas camadas da ionosfera, atingindo alcances mundiais. A camada ionosférica é uma concentração de átomos e moléculas ionizadas, diretamente ligada à atividade solar, e é constituída de subcamadas variando entre altitudes de 50 a 500km, sendo a densidade iônica alterada conforme os períodos do dia e da noite. Uma onda, ao incidir na ionosférica, sofre desvio do seu trajeto original, e refrata em direção à terra. Isto ocorre porque quando ela incide, os íons da camada passam a vibrar, produzindo uma defasagem de fase e uma aceleração das porções de frente de onda em que a densidade é mais alta¹³.

O TCP/IP também fornece algumas vantagens nas suas 5 camadas como veículo para a integração. A primeira delas é a sua popularização com a Internet, que propicia a disponibilidade de diversas soluções em tecnologia da informação,

e também a grande variedade de aplicações disponíveis (HTTP, SMTP, FTP, VoIP, Bancos de dados, etc.) para diversos empregos na sociedade inclusive o militar¹⁶. O protocolo TCP²⁴, foi especialmente projetado para prover um serviço confiável de transporte de dados sobre uma rede que apresenta vários distúrbios que podem acarretar erros durante a transmissão da informação. Uma grande rede, tal como a Internet, possui alta complexidade, tendo em vista que cada uma das diversas sub-redes que a integram apresenta diferentes topologias, larguras de banda, retardos, tamanhos de pacote, quantidades de usuários, dentre outros parâmetros. Assim, o TCP atua no sentido de se adaptar dinamicamente às alterações dos parâmetros da rede bem como no de responder ou solucionar eventuais falhas ocorridas durante a transmissão.

De maneira resumida, o TCP tem as seguintes funções:

- formatar o segmento TCP; realizar a abertura (three way handshaking) e fechamento de conexão;
- efetuar o controle de erros e/ou perdas de segmento;
- controlar o fluxo de dados;
- realizar o controle de congestionamento;

- prover segmentação, agrupamento e seqüenciamento dos segmentos; e

- multiplexar as diversas aplicações¹⁶.

Embora o TCP se encontre presente como parte integrante da arquitetura TCP/IP, seu funcionamento é independente dos protocolos da camada de rede. Assim sendo, o protocolo opera de forma independente sobre qualquer outro serviço de entrega de pacotes, como por exemplo sobre o protocolo AX.25¹⁶.

O protocolo UDP, pertencente a camada de rede da arquitetura TCP/IP, define os mecanismos de entrega dos pacotes aos destinatários. Os serviços executados por este protocolo são caracterizados por serem não confiáveis e não orientados à conexão e, portanto, são serviços sem garantia de entrega. Contudo, o IP utiliza todos os recursos e ferramentas disponíveis para encaminhar os pacotes ao destino. Em decorrência disso, o serviço IP é chamado de "Melhor esforço" ou Best Effort¹⁶.

De maneira geral, este protocolo não possui requisitos rígidos relacionado aos instantes de entrega dos pacotes, sendo esta característica fundamental para interoperação com redes sem o de grande retardo. Porém,

em determinadas situações onde se deseja garantir tráfego de aplicações com requisitos rígidos de qualidade de serviço (QoS), o IP implementa mecanismos de reserva de recursos e diferenciação das classes de serviços. O IP é responsável pelas seguintes funções:

- Especificar o formato dos pacotes IP;

- Encaminhar os pacotes com base nos algoritmos de roteamento;

- Estabelecer os procedimentos no processamento dos pacotes nos hosts e nos roteadores;

- Gerar mensagens de erros de roteamento;

- Estabelecer procedimentos quanto ao descarte de pacotes nos roteadores; • Executar as políticas de qualidade de serviço (Quality of Service - QoS); e

- Definir o endereçamento lógico da rede (endereço IP); • Realizar a fragmentação dos pacotes, em caso de necessidade¹⁶.

Apesar disso, a arquitetura TCP/IP tem deficiências. Ela foi desenvolvida originalmente para redes cujas camadas físicas propiciam baixas taxas de erro e nas quais o principal distúrbio é o congestionamento ¹⁶. O protocolo TCP convencional foi projetado para operar em redes cujos

canais de comunicação são confinados, os quais, em geral, se caracterizam por apresentar baixas taxas de erros. Em razão disso, o TCP apresenta baixo desempenho em canais com altas taxas de erro¹⁶.

Infelizmente, o canal HF também apresenta elevada taxa de erros derivadas do desvanecimento por multipercurso inerente ao mecanismo de propagação produzido por refrações nas camadas ionosféricas. Como se não bastasse, há grandes retardos e utiliza-se pequena largura de banda contribuindo para as baixas taxas de bits ($\mu 10\text{Kbps}$)¹⁶.

Dantas (2008) propõe estratégias de melhoria do desempenho do TCP em canais sem fio.

3.5.2 Estratégias de melhoria da vazão de protocolos TCP em redes sem fio

No sentido de prover uma melhoria na vazão do protocolo TCP convencional fio em redes sem fio, Dantas propõe diversas soluções as quais podem ser classificadas em três estratégias básicas:

1. Modificação e inclusão de novos algoritmos no protocolo TCP;
2. Estratégias que modificam a semântica fim-afim do TCP; e

3. Soluções focadas nos protocolos da camada de enlace com ARQ e/ou FEC na camada física¹⁶.

Quanto às estratégias que modificam a semântica, pode-se comparar os TCP Reno que é o mais comum utilizado na internet, em relação aos TCP SACKA, TCP FACK e o TCP Westwood. O TCP SACKA tem vantagem do uso de reconhecimento seletivo em enlaces sem fio é que este reconhecimento permite o emissor corrigir as múltiplas perdas de pacotes dentro de uma mesma janela de transmissão. Esta melhoria é mais evidente em canais que apresentam erros em surtos (alta correlação dos erros), como ocorre tipicamente em canais HF. O TCP FACK também apresenta uma sensível melhoria²⁶ no desempenho da conexão em relação ao Reno. Já o TCPW pode produzir uma melhoria de vazão de até 550% em relação ao TCP Reno¹⁶. Daí conclui-se que, se for realizada uma integração rádio em HF dos dados do SIPAM com uma rede em HF, é importante que se modifique a semântica do TCP para melhorar a taxa de velocidade de dados e confiabilidade do enlace¹⁶.

Quanto a utilização de protocolos ARQ e/ou FEC na camada física do protocolo TCP, observa-se

que serve para prover a confiabilidade necessária por meio do emprego dos seguintes mecanismos:

- reconhecimento local automático dos quadros chamado de Automatic Repeat Request - ARQ;

- detecção de erros;

- controle de fluxo; e

- o uso de técnicas adaptativas que associam as condições da camada física aos parâmetros do protocolo de enlace¹⁶.

Desta forma, tais mecanismos podem ocultar para o TCP as perdas de pacotes devido a erros no canal. Esta estratégia de melhoria é interessante, na medida que não requer códigos adicionais em relação à pilha de protocolos TCP/IP nos terminais e/ou nos roteadores¹⁶.

Em seus estudos, Dantas (2006) levanta que houve um aumento considerável de desempenho da transmissão de dados em HF via TCP/IP ao utilizar-se dessas três estratégias básicas. Apesar desse aumento teórico, a principal limitação da transmissão de dados em HF permanece: a largura de banda pequena (entre 9 e 10 kbps) inviabiliza o trânsito grande de dados que o SIVAM pode fornecer, tais como: cartas digitalizadas, imagens termais, relatórios extensos, etc.

3.5.3 Integração do sistema VHF com o satélite

A transmissão digital em VHF dos dados recebidos via satélite do SIVAM dar-se-ia de maneira semelhante ao que hoje se conhece por radiodifusão por satélite (DBS- Digital Broadcasting Satellite). O enlace de subida que leva a informação a ser difundida pelo satélite é designado por enlace de alimentação. Já o enlace de descida corresponde ao enlace de radiodifusão¹⁷.

Aplicando esta idéia ao SIVAM, o enlace de subida ficaria a cargo dos Centros Regionais e de Vigilância e o enlace de descida seria um equipamento VSAT destinado à Brigada de Infantaria de Selva, a qual teria uma radiodifusora em VHF para transmitir estas informações para as organizações militares diretamente subordinadas a ela^{5,17}.

O sistema rádio que opera em VHF tem um aumento de banda considerável em relação ao HF. Porém, uma análise técnica da sua empregabilidade na ligação do SIVAM com uma brigada de infantaria de selva em operações de selva é desnecessário, já que sua utilização aponta ser taticamente inviável por conta das grandes distâncias nas quais

podem estar doutrinariamente dispostas as peças de manobra de uma brigada de infantaria de selva e do alcance curto proporcionado pelos sistemas em VHF que se utilizam de visada direta^{11, 13}.

Deve-se também levar em consideração que, somente o fato de uma brigada de infantaria de selva possuir o terminal VSAT, ficam supridas suas necessidades de ligação com o SIVAM, sendo questionável a real necessidade da radiodifusão destes dados e suas implicações em termos de segurança da informação (guerra eletrônica inimiga). A atividade de inteligência militar condena a difusão indiscriminada de dados sem a observância do princípio básico da inteligência militar chamado Controle: "A produção do conhecimento deve obedecer a um planejamento que

permita o adequado controle de cada uma das fases"¹⁴. Neste caso em específico, a radiodifusão dos dados fornecidos do SIVAM da brigada para as suas OM diretamente subordinadas pode ferir gravemente o princípio de Controle pois não se pode descobrir quem está realmente recebendo os dados provenientes da radiodifusão.

As vulnerabilidades em termos de Guerra Eletrônica neste tipo de integração são as mesmas citadas anteriormente para o sistema Inmarsat e para os equipamentos VSAT. Desta forma, as emissões via satélite também devem possuir diversas medidas de proteção eletrônica (MPE), tais como: espalhamento espectral, multiplexação do sinal, encriptação e codificação do sinal e utilização de Múltiplo Acesso por Divisão de Código (CDMA)¹⁰.

4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela revisão de literatura constataam que a estrutura Física do SIPAM pode atender diversas necessidades de apoio à tomada de decisões pelo comando. O primeiro fato a se observar é sua presença em toda a região amazônica, representada pelos Centros Regionais de Belém, Manaus

e Porto Velho, e pelos Centros Estaduais Usuários⁵.

Sua gama de produtos tem interesse direto para a acessoria do comando em diversos campos: inteligência, banco de dados cartográficos em geral e sensoriamento remoto e, principalmente, a infraestrutura de comunicações, a qual

consiste em "...Terminais de Usuários compostos de uma antena VSAT, um telefone/fax e um computador, que garantem acesso à comunicação para uma série de órgãos de governo. Esse sistema configura uma rede cativa de telecomunicações...".

Partindo da verificação da utilidade do SIPAM para as operações militares, resta analisar como fazer isso. O primeiro item a ser considerado é em que formato os dados podem trafegar. A bibliografia pesquisada indica que a utilização do protocolo TCP, mesmo em redes sem fio é o mais adequado devido a sua popularidade e confiabilidade de transporte de dados em redes com vários distúrbios, atuando no sentido de se adaptar dinamicamente às alterações dos parâmetros da rede bem como no de responder ou solucionar eventuais falhas ocorridas durante a transmissão¹⁶.

Outra análise a se fazer é que meio já disponível no Sistema de Comando e Controle de uma Brigada de Infantaria de Selva pode ser utilizado para fazer trafegar os dados em formato TCP. A bibliografia sugere que a faixa de HF seria interessante, pois tem como características:

- comunicação com plataformas móveis localizadas além da linha de

visada;

- comunicações de dados envolvendo localizações remotas, onde outros meios são inviáveis; e

- durante uma operação militar com emprego de tropas, em ambientes hostis¹⁶.

Porém a arquitetura TCP/IP tem a deficiência de apresentar baixo desempenho em canais de comunicação com elevadas taxas de erro, como é o caso da propagação em HF. As estratégias de melhorias dos parâmetros do TCP *reno* para o *westwood* e a adição de protocolos ARQ e/ou FEC na camada física do protocolo TCP, melhoram sensivelmente a velocidade de dados. Porém a banda pequena (entre 9 e 10 kbps) inviabiliza o trânsito grande de dados que o SIPAM pode fornecer, tais como: cartas digitalizadas, imagens termais, relatórios extensos, etc.

Neste sentido, coaduna-se ²⁹ a pesquisa literária que a utilização de um meio em VHF seria o mais adequado utilizando-se da radiodifusão por satélite (DBS- Digital Broadcasting Satellite)¹⁷. O enlace de subida ficaria a cargo dos Centros Regionais e de Vigilância e o enlace de descida seria um equipamento VSAT destinado à Brigada de Infantaria de Selva, a qual teria uma radiodifusora em VHF para

transmitir estas informações para as organizações militares diretamente subordinadas a ela^{5,17}.

Porém, apesar de viável tecnicamente à primeira vista, as grandes distâncias inerentes ao ambiente operacional de selva e o alcance curto proporcionado pelos sistemas em VHF inviabilizam a utilização deste meio¹³.

Percebe-se então, que do ponto

de vista técnico, a integração via rádio VHF como o SIVAM é tecnicamente mais viável do que em HF. Porém do ponto de vista tático/operacional não é interessante que isto ocorra. Somente o terminal VSAT localizado no posto de comando de uma brigada de infantaria de selva em operações, sem a necessidade de radiodifusão, já seria o indicado.

5 CONCLUSÕES

As forças armadas modernas, assim como quaisquer outras entidades e grupos de entidades com objetivos comuns precisam ser mais ágeis para obterem sucesso na atual Era da Informação¹⁸. Com isso, há a necessidade de que os sistemas de C² possuam equipamentos de telemática, sistemas de software de apoio, sistemas e enlaces de comunicações e sistemas de sensoriamento¹. Como pôde-se constatar, o SIVAM possui algumas soluções para auxiliar no atendimento a essas necessidades, especialmente para o ambiente operacional da selva amazônica brasileira.

Do histórico da implantação do projeto e da estrutura geral do SIPAM depreende-se argumentos de caráter

técnicos e táticos importante para a resolução do escopo da pesquisa. Quanto a concepção técnica do sistema, fica claro que os produtos oferecidos pelo SIVAM são, em sua maioria, altamente úteis ao emprego militar de uma brigada de infantaria de selva em operações de selva. Dentre as possibilidades destacam-se o levantamento de imagens, cartas, dados geográficos, imageamento termal, monitoração eletrônica (MEA) e principalmente, a utilização dos terminais RDSS e VSAT. Ou seja, a viabilidade da utilização destes dados é compensadora. Porém uma importante constatação alcançada neste estudo é o fato de que os terminais VSAT ensejam em si uma maior confiabilidade e segurança, pois o

serviço que gerencia os terminais RDSS é prestado por uma empresa multinacional: a Inmarsat.

Sobre os argumentos de caráter tático, deve-se frisar que, apesar do meio satelital apresentar tecnologias de comunicações que aumentam a segurança dos dados trafegados, o fato da estrutura física não ser totalmente dominada pelo país, pode gerar uma certa insegurança quanto ao vazamento de informações. Cabe ressaltar que a principal empresa fornecedora do material físico do SIPAM, a Raytheon, é norte-americana, e a empresa encarregada de incorporar as tecnologias do suporte lógico é de domínio da brasileira Esca.

Vê-se que os meios previstos doutrinariamente para o sistema de comunicações rádio são inadequados para este tipo de integração (com o SIVAM) na faixa de frequência em HF devido a limitações técnicas de largura de banda e pouca confiabilidade do enlace ionosférico. Mesmo com a tentativa de utilização de protocolo TCP/IP com métodos para melhoria da vazão de dados em redes sem fio, a transmissão de dados em HF, não atende à transmissão da grande quantidade de informação que possui os produtos fornecidos pelo SIVAM.

Quanto ao sistema rádio em VHF, sofre-se inicialmente uma séria restrição no aspecto tático, uma vez que as distâncias cobertas em VHF em visada direta são insuficientes para atender as grandes distâncias as quais uma brigada de infantaria de selva deve estar apta a operar. Outro impedimento, agora de ordem doutrinária, impede a concepção em VHF levantada pelo estudo: a radiodifusão de informações prejudica o princípio do Controle inerente à atividade de inteligência.

Assim, tentativas de adaptações ao SIVAM e ao sistema de comunicações da Bda, mesmo que bem sucedidas tecnicamente, atendem as necessidades de uma Bda Inf SI. Ou seja, são possíveis, mas não compensadoras.

Ainda que a integração rádio com o Sistema não seja compensadora, a utilização do SIPAM não é apenas necessária, mas também é uma idéia alinhada com o estado da arte em termos de Comando e Controle. O Departamento de Defesa norte-americano corrobora esta idéia ao relatar que missões militares atuais englobam uma larga matiz de operações (incluindo civis-militares) e na qual o sucesso depende de: 1- missões militares que levem em

consideração os efeitos militares, sociais, políticos e econômicos; 2 - a habilidade de trabalhar efetivamente em coalisão com ambientes que incluem mais do que outros militares, mas também entidades governamentais, dentre outros¹⁸. E é exatamente o que ocorre com o SIPAM: uma infra-estrutura da qual diversos órgãos governamentais não só utilizam o Sistema, como também produzem informações úteis.

Fica claro que a integração do SIVAM ao sistema de comunicações traria benefícios valiosos, principalmente para o Sistema Operacional Inteligência e Comando e Controle. Destaca-se dentre estes benefícios, a utilização das maletas RDSS, e dos terminais VSAT.

Uma solução alternativa simplificada que possibilitaria às Bda Inf SI servirem-se dos produtos fornecidos pelo SIVAM em situação de operações de selva é o uso de terminais portáteis VSAT e RDSS para emprego tático. Apesar das deficiências de atenuação do sinal dentro da selva amazônica, o seu emprego é viável e altamente

compensador. O emprego direto dos terminais portáteis simplifica a estrutura de comando e controle, tendo em vista que não é necessário adaptar nenhum tipo de tecnologia para fazer qualquer tipo de adaptação para integração. É só ter e utilizar. Mas como fazer a distribuição destes materiais? Quantos equipamentos cada brigada de infantaria de selva necessitaria?

Tais questionamentos fogem ao escopo deste artigo. Quanto a utilização do SIVAM, recomenda-se que haja estudos que analisem:

1) De que forma poderiam ser disponibilizados os terminais VSAT conectados ao SIVAM para as brigadas de infantaria de selva.

2) Quais seriam as modificações necessárias na própria estrutura interna do SIVAM para suportar estes diversos pontos de acesso e os custos decorrentes disso.

3) Os reflexos da utilização do SIVAM nas ações de instrução, adestramento e operações, dentre outros.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Ministério da Defesa. **MD31-D-03**: Doutrina Militar de Comando e Controle. 1.ed. Brasília: 2008

2. BRASIL.Estado-Maior do Exército. **C 11-1**: As Comunicações na Brigada. 2. ed. Brasília: EGGCF,1998.
3. BRIGAGÃO, CLÓVIS - **Inteligência e marketing**: O Caso SIVAM. 1.ed. Rio de Janeiro, 1996.
4. FALCONI, PAULO GUSTAVO. **A modernização da FAB pelo SIVAM**. Textos & Debates, número 8, p. 43-59, julho de 2005.
5. SIPAM. Disponível em <<http://www.sipam.gov.br/content/view/13/43/>>. Acesso em 05 de maio de 2009, às 03:45 h.
6. SIVAM. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/SIVAM#Estrutura>>. Acesso em 05 de maio de 2009 às 00:40 h.
7. JESUS, SAMUEL DE. **SIVAM**: Os militares e a Amazônia. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História da Faculdade de História, Direito e Serviço Social da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho para defesa pública. Franca, 2003.
8. DALBELO, MARCELO ANTÔNIO: **O emprego do equipamento VSAT em apoio às comunicações de uma Brigada de Infantaria de Selva em operações ofensivas no combate convencional**. Rio de Janeiro: EsAO, 2007.
9. INMARSAT. Disponível <<http://www.inmarsat.com>> Acesso em 05 de maio de 2009 às 02:00 h.
10. SABBAT, ARTUR PEREIRA: **O emprego das comunicações e guerra eletrônica em operações**. As comunicações e a guerra eletrônica via satélite. Rio de Janeiro: EsAO, 1998.
11. BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C7-30**. Brigadas de Infantaria. 1. ed. Brasília: EGGCF, 1984.
12. BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 11-30**. As Comunicações na Brigada. 2 ed. Brasília: EGGCF, 1998
13. TEIXEIRA, PAULO CESAR DE ASSIS: **Sistemas de Propagação de Rádio Enlace**, 1. ed. Editora Érica ,1999
14. BRASIL.Estado-Maior do Exército. **P 30-1**: A Atividade de Inteligência Militar. 1. ed. Brasília: EGGCF,1995.
15. BRASIL. Estado Maior do Exército. **IP 72-1** . Operações na Selva, 1 ed. Brasília: EGGCF, 1997
16. DANTAS, MARCIO BARROSO TOSCANO: **Melhoria de desempenho do protocolo tcp em canais de hf via escolha de parâmetros e emprego de técnicas de controle de erros**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica do Instituto Militar de Engenharia, como requisito parcial para

obtenção do
título de Mestre em Ciências em Engenharia Elétrica. Rio de Janeiro, 2006.

17. ASSIS, MAURO S. **Sistemas Via Satélite**. Rio de Janeiro. UFF/ CEP - EB, 2005

18. ALBERTS, DAVID S.; HAYES RICHARD E. **Planning: the complex endeavours. The future of the Command and Control**. CCRP publication series. Estados Unidos, 2007.