

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

Cap QEM FRANCISCO BENJAMIM FILHO

**INFRA-ESTRUTURA FÍSICA DO PROJETO COMANDO E CONTROLE (C2) EM
COMBATE: IDENTIFICAÇÃO DAS LIMITAÇÕES E PROPOSTA DE MELHORIAS
PARA O AMBIENTE DE SELVA**

**Rio de Janeiro
2008**

Cap QEM FRANCISCO BENJAMIM FILHO

**INFRA-ESTRUTURA FÍSICA DO PROJETO COMANDO E CONTROLE (C2) EM
COMBATE: IDENTIFICAÇÃO DAS LIMITAÇÕES E PROPOSTA DE MELHORIAS
PARA O AMBIENTE DE SELVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como
requisito parcial para a obtenção do Grau de
Aperfeiçoamento em Conhecimentos
Militares.

Orientador Externo: Maj Alexandre Alves dos Santos

**Rio de Janeiro
2008**

F482 Filho, Francisco Benjamim.

Infra-estrutura física do projeto de Comando e Controle (C2) em Combate: identificação das limitações e proposta de melhorias para o ambiente de selva

32 f. : 27,9 cm

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2008.

Bibliografia: f. 32

1. Operações militares. 2. Comunicações. 3. Comando e controle. I Infra-estrutura física do projeto de Comando e Controle (C2) em Combate: identificação das limitações e proposta de melhorias para o ambiente de selva.

CDD 623.411

Cap QEM FRANCISCO BENJAMIM FILHO

**INFRA-ESTRUTURA FÍSICA DO PROJETO COMANDO E CONTROLE (C2) EM
COMBATE: IDENTIFICAÇÃO DAS LIMITAÇÕES E PROPOSTA DE MELHORIAS
PARA O AMBIENTE DE SELVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como
requisito parcial para a obtenção do Grau de
Aperfeiçoamento em Conhecimentos
Militares.

Aprovado em: _____ / _____ /2008

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

DORIAN CERQUEIRA DE SOUZA – Maj Art – Presidente
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército

ÁLVARO YABETA DE MORAIS – Maj Art – 1º Membro
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército

ALEX SANDRO DE OLIVEIRA JONES – Cap Art – 2º Membro
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército

À minha esposa, uma homenagem pela
confiança em mim depositada nos momentos
de maior incerteza.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador Maj Alexandre Alves dos Santos meus sinceros agradecimentos pela orientação firme e objetiva na realização deste trabalho.

Aos meus pais Francisco Benjamim e Alcenir Margarida Costa Benjamim, pelo amor com que me conceberam e educaram, pelas inúmeras horas que velaram meu sono, e pelas palavras de incentivo a cada tropeço de minha jornada, minha eterna gratidão.

À minha esposa Nathália pela compreensão, apoio e companheirismo nos momentos em que este trabalho foi priorizado.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para este projeto fosse concluído.

A mente que se abre a uma nova idéia jamais
voltará ao seu tamanho original.
(Albert Einstein).



MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEP - DFA
ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS
(EsAO/1919)

DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

TERMO DE COMPROMISSO DE ORIENTADOR EXTERNO

1. Eu, Maj QEM **ALEXANDRE ALVES DOS SANTOS**, Idt Nr 115.517.522-5, doravante designado “orientador”, comprometo-me a conduzir a orientação do Cap QEM **FRANCISCO BENJAMIM FILHO** do CAM, inscrito no Curso de Pós-Graduação no nível *Lato Sensu* em Conhecimentos Militares, cujo trabalho monográfico versa sobre o tema: Q Exército Brasileiro (EB) no contexto da Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI) voltada às operações de Comando e Controle, inserido na Linha de Pesquisa: Instrução e Ensino Militar.

2. Declaro, ainda, estar ciente de todas as normas que regem os Cursos de Pós-Graduação da EsAO e de todas as prescrições contidas nas Instruções de Pós-Graduação (IPG) vigentes.

Rio de Janeiro, ___ de _____ de 2008.

ALEXANDRE ALVES DOS SANTOS – Maj QEM
Orientador

Visto Of Co-Orientador

GERALDO PEREIRA JÚNIOR – Cap Com

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	OBJETIVO.....	11
1.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	11
2	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	12
2.1	TECNOLOGIAS EMPREGADAS NO MTE.....	12
2.2	PRINCIPAIS DEFICIÊNCIAS DO MTE.....	14
2.3	MÓDULO DE TELEMÁTICA OPERACIONAL (MTO).....	15
2.4	O AMBIENTE DE SELVA.....	17
2.4.1	Tecnologias de Comunicação Empregadas no Ambiente de Selva	19
2.4.1.1	Sistemas de Comunicação Vias Rádio HF	19
2.4.1.2	Sistemas de Comunicações Via Satélite	21
2.5	PROPOSTA PARA O MÓDULO DE TELEMÁTICA DE SELVA.....	21
2.5.1	Concepção	22
2.5.2	Tecnologias Empregadas	25
2.5.3	Interligações entre Módulos	26
2.5.4	Configurações do sistema	27
2.5.5	Distribuição dos Equipamentos por Módulo	28
3	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	30
	REFERÊNCIAS	32

INFRA-ESTRUTURA FÍSICA DO PROJETO COMANDO E CONTROLE (C2) EM COMBATE: IDENTIFICAÇÃO DAS LIMITAÇÕES E PROPOSTA DE MELHORIAS PARA O AMBIENTE DE SELVA

Francisco Benjamim Filho¹, Alexandre Alves dos Santos^{2,3}

Resumo: Nos combates modernos, com o advento da Tecnologia da Informação, a quantidade de informações que circulam pelo Teatro de Operações cresceu exponencialmente. As Forças Armadas de todos os países têm feito esforço muito grande para se atualizar, buscando uma maior eficiência nas comunicações de campanha, que permita a absorção e processamento de todas essas informações. O Exército Brasileiro desenvolveu uma infraestrutura para dar suporte ao sistema de Comando e Controle, chamado Módulo de Telemática. Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo analisar o protótipo do Módulo de Telemática, conhecido por MTE, buscando identificar as vantagens e desvantagens de sua utilização, bem como as possíveis adaptações para o emprego no ambiente de selva. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica baseada nos manuais e documentações de projeto e entrevistas, tanto com o pessoal que desenvolveu o Módulo quanto com o pessoal que atualmente opera os equipamentos. O que se pode extrair desse trabalho é que o Exército Brasileiro está no caminho certo, com um projeto de Comando e Controle que pode ser comparado aos melhores do mundo, com um custo bem inferior e uma tecnologia de integração totalmente nacional.

PALAVRAS-CHAVE: Operações Militares, Comunicações, Comando e Controle, Módulo de Telemática.

Abstract: In the modern wars, with the introduction of Information Technology (IT), the number of information presents at the battle field has grown exponentially. The army's of all countries are deploying new tactical communications systems to support that information flow. The Brazilian Army has deployed a new infrastructure of communications to support the command and control (C2) operations called "Módulo de Telemática". In this context, the present work studied the prototype of the "Módulo de Telemática", called "Módulo de Telemática Experimental" (MTE), to identify the main advantages, disadvantages and limitations of its operation and how it should be adapted to be used in the jungle environment. A bibliographical research on the manuals and project documentation, and interviews with the project participants and testers was performed. The conclusion is that the Brazilian Army it's in the right way, with a Command and Control project that can be compared with the betters of the world, with fewer costs and with a national integration technology.

KEY WORDS: Military Operations, Communications, Command and Control, Módulo de Telemática.

¹ Mestre em Informática – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro , RJ, Brasil - 2005;

² Mestre em Ciência da Computação – UNICAMP - 2003;

³ Doutorando em Engenharia de Sistemas - UFRJ, RJ, Brasil;

1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de prover uma infra-estrutura física que pudesse atender às necessidades da Força no que tange as atividades de Comando e Controle, o Centro Tecnológico do Exército desenvolveu, em 2004, o chamado Módulo de Telemática Experimental (MTE)¹. Os Módulos de Telemática (MT) são a infra-estrutura para o Sistema de Comando e Controle em Combate (C2 em Combate) que está sendo desenvolvido no Centro de Instrução de Guerra Eletrônica (CIGE).

Atualmente, o MTE atende às operações no nível brigada e possui em sua estrutura os seguintes módulos:

- 1 (um) Módulo de PC de nível Grande Unidade (PC Bda) – Tipo A;
- 1 (um) Módulo de PCR (PC Recuado – PCR Bda) – Tipo A;
- 6 (seis) Módulos de nível Unidade (Batalhões) – Tipo B;
- 22 (vinte e dois) Módulos de Cia.

Cada um desses diferentes tipos de módulos possui um projeto próprio, sendo composto por diferentes equipamentos. A escolha desses equipamentos e das tecnologias adequadas a cada módulo foi baseada nas necessidades operacionais a serem atendidas, bem como na complexidade máxima a ser admitida em cada nível.

Os módulos de PC e PCR são os que dispõem do maior número de opções de comunicação e de recursos, sendo também o mais pesado e volumoso e o de maior complexidade de configuração e operação. Na topologia adotada, todos os Batalhões deverão estar conectados ao PC. Além de atender a todos os Módulos de Batalhão, o PC deve possibilitar, quando necessário, a conexão de algumas companhias que estarão diretamente subordinadas à Brigada.

O PCR deverá estar conectado exclusivamente ao PC, podendo eventualmente receber a conexão de um dos Batalhões (por exemplo, um Batalhão Logístico). Fica claro que as necessidades de comunicação do PC são muito maiores que as do PCR. Entretanto, optou-se por dotar ambos do mesmo tipo de Módulo a fim de possibilitar que o PCR seja dotado de todos os recursos do PC, estando apto a substituí-lo quando necessário (por exemplo, durante uma mudança de PC).

Da mesma forma, foi uma opção do projeto fazer com que o Módulo utilizado no PC e no PCR, fosse composto de duas partes que são conectadas entre si. Uma dessas partes consiste exatamente em um Módulo utilizado nos Batalhões. A outra parte é composta pelos equipamentos que são de uso exclusivo no Módulo de PC ou PCR. Esta opção permite que,

caso o Módulo do PC, que é responsável por conectar-se a todos os Batalhões, apresente algum defeito, utilize-se um Módulo de um dos Batalhões para substituir o do PC até que o defeito seja sanado.



Figura 1 – Módulo de Telemática Experimental (Tipo A)

Fonte: Manual do MTE

As companhias são conectadas aos Módulos dos Batalhões aos quais são subordinadas. Os Módulos de Cia não serão objetos de estudo desse trabalho, por se tratarem de Módulos bastante simplificados, cujos equipamentos estarão cobertos pelos Módulos Tipo A e Tipo B.

A figura a seguir esquematiza a topologia padrão adotada pelo projeto.

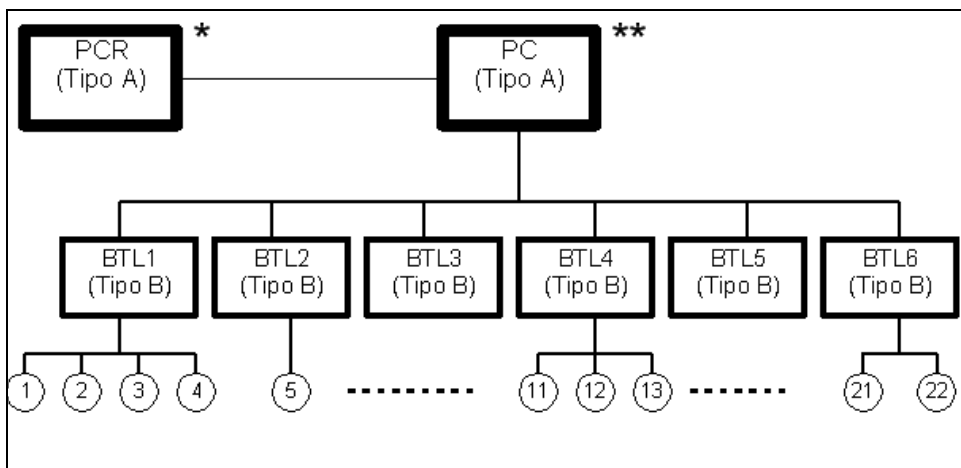


Figura 2: Topologia do Módulo de Telemática Experimental

Fonte: Manual do MTE

Pode-se então, diante do exposto, que a modularidade empregada no MTE e, por conseguinte, no MTO, possibilitam a idéia de adaptações para o emprego em diferentes brigadas do Exército. Tal fato foi comprovado pela requisição de um Módulo de Telemática Leve (MTL) para atender a Brigada de Infantaria Pára-quedista, onde foram anexadas novas

tecnologias para permitir a mobilidade e rusticidade, características presentes nas operações dessa Brigada.

1.1 OBJETIVO

O presente estudo pretende analisar todos os equipamentos e tecnologias utilizadas no MTE, buscando identificar como são processadas as informações, sejam elas transmitidas por voz ou dados. Além disso, fazer uma análise de como pode ser adaptado o Módulo de Telemática para que atenda as necessidades do emprego no ambiente de selva aproveitando-se da experiência operacional de utilização, pelo pessoal que está operando o MTE.

A fim de viabilizar a consecução dos objetivos de estudo, foram formulados objetivos específicos, de forma a encadear logicamente o raciocínio descritivo apresentado neste estudo.

- a. efetuar um estudo detalhado do projeto do MTE e do MTO;
- b. realizar uma pesquisa básica sobre as tecnologias presentes no MTE e no MTO;
- c. realizar entrevistas exploratórias com participantes do desenvolvimento, buscando identificar os motivos para as decisões tomadas durante o projeto;
- d. identificar, junto ao BEsCom, as principais qualidades e deficiências identificadas no sistema durante as operações;
- e. pesquisar sobre as principais necessidades da Brigada de Selva;
- f. pesquisar, dentre as tecnologias recentes, quais podem ser agregadas ao MT para que possa melhorar o seu desempenho no ambiente de selva; e propor um módulo para o ambiente de selva.

1.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto à natureza, o presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo aplicada, por ter por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos relacionados à infra-estrutura física do projeto de Comando e Controle em Combate (C2 em combate) do Exército Brasileiro.

Na primeira fase efetuar-se-á uma leitura exploratória e seletiva do material que acompanha o MTE e o MTO, basicamente composto por manuais e documentações de projeto. Além disso, será efetuada uma pesquisa em toda a documentação técnica provida pelos componentes tecnológicos do Módulo, para que se possa ter um melhor entendimento

das características técnicas de cada um deles. Em seguida, serão realizadas entrevistas com o pessoal participante do desenvolvimento para sanar dúvidas acerca da documentação, bem como das decisões que foram tomadas durante o projeto. Para avaliar as condições de utilização operacional do Módulo e suas principais deficiências, serão efetuadas entrevistas com o pessoal que atualmente faz uso do MTE.

Em ato contínuo, verificar-se-á as características operacionais do MTO e suas tecnologias. Por conseguinte, coletar-se-á os requisitos operacionais da Brigada de Infantaria de Selva através de manuais oficiais do Exército e uma proposta técnica de um módulo de telemática que atenda esses requisitos será discutida.

2 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seguir, serão abordados os principais conceitos relativos as tecnologias empregadas no Módulo de Telemática Experimental, em seguida suas deficiências, sua evolução para o Módulo de Telemática Operacional. Continuamente, uma visão sobre o ambiente operacional de selva e por fim uma proposta para o Módulo de Telemática de Selva.

2.1 TECNOLOGIAS EMPREGADAS NO MÓDULO DE TELEMÁTICA EXPERIMENTAL (MTE)

Várias tecnologias diferentes são empregadas no projeto do Módulo de Telemática¹, a fim de prover a necessária diversidade de rotas entre os terminais. Para cada condição de terreno, distância e mobilidade, entre outros fatores, existe uma tecnologia adequada que provê uma forma de comunicação diferente. A escolha do tipo de comunicação a ser utilizada, e conseqüentemente da tecnologia aplicada, é realizada de forma automática, através do esquema de seleção por prioridade implementado no Módulo.

Todas as tecnologias empregadas constituem soluções padronizadas, largamente utilizadas no mercado civil. Isto representa uma série de vantagens, dentre as quais, pode-se citar:

- Tecnologias exaustivamente testadas e de funcionamento comprovado;
- Protocolos padronizados, facilitando a integração com outros sistemas;
- Facilidade na inclusão futura de novas tecnologias emergentes;
- Independência total em relação aos fabricantes de equipamentos;
- Facilidade na substituição de um equipamento por outro similar;

- Custo reduzido, devido à produção em escala.

Devido a estas vantagens, a opção pelo uso de tecnologias e padrões consagrados no projeto de sistemas de comando e controle é adotada por diversos países, sendo inclusive citada em documentos formais da OTAN (Organização do Tratado do Atlântico Norte) sobre o tema.

Em contrapartida, ao fazer uso de equipamentos projetados para uso civil, é necessário redobrar os cuidados de acondicionamento e robustecimento do produto final. No Módulo de Telemática Experimental essa preocupação foi reduzida, pois optou-se por realizar toda a integração e demonstrar a viabilidade do projeto, provendo apenas um nível mínimo de robustecimento.

As tecnologias adotadas podem ser classificadas de acordo com o alcance de emprego e o meio utilizado. Quanto ao alcance de emprego elas podem ser divididas entre aquelas utilizadas na rede local de uma unidade (Módulo Tipo A ou B) e aquelas utilizadas para realizar a conexão entre unidades. As tecnologias de rede local são empregadas para realizar a conexão dos diversos terminais, de voz e dados, existentes em uma unidade ao Módulo que a atende. Enquanto que as tecnologias de conexão entre módulos constituem as diversas rotas que podem ser utilizadas para que um Módulo se comunique com outro.

Já quanto ao meio utilizado, as tecnologias se dividem entre aquelas que utilizam fio e aquelas que utilizam transmissão rádio. O quadro abaixo esquematiza a classificação. Todas elas serão expostas em detalhes, em seções posteriores.

	Fio	Rádio
Rede Local	<ul style="list-style-type: none"> • Ethernet • Telefonia Analógica 	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.11b/g
Conexão entre Módulos	<ul style="list-style-type: none"> • ADSL • Telefonia Analógica 	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.11b/g • Rádio Microondas 2Mbps • Rádio VHF • Rádio HF

Quadro 1: Tecnologias presentes no Módulo.

Fonte: Manual do MTE

De acordo com o tipo de módulo, algumas dessas tecnologias estarão presentes e outras não, sempre de forma adequada aos requisitos operacionais específicos. O quadro abaixo demonstra quais tecnologias estarão presentes, em cada tipo de Módulo.

Tipo A (Bda)	Tipo B (Btl)
<ul style="list-style-type: none"> • Ethernet • ADSL • Telefonia Analógica • Rádio Digital 400 MHZ • IEEE 802.11b/g • Rádio VHF • Rádio HF 	<ul style="list-style-type: none"> • Ethernet • ADSL • Telefonia Analógica • IEEE 802.11b/g • Rádio VHF • Rádio HF

Quadro 2: Tecnologias empregadas em cada tipo de Módulo

Fonte: Manual do MTE

Do quadro acima, podemos observar que a única tecnologia que está presente no módulo tipo A e não está presente no módulo tipo B é o Rádio Digital 400 MHZ, que é utilizado basicamente para fazer a ligação entre PC e PCR.

Para disponibilizar essas tecnologias ao usuário final, o Módulo apresenta os seguintes equipamentos: Central Telefônica, Equipamento Integrador Rádio (ACU-1000), Rádio Digital 400 MHz, Concentrador Multi-serviço, Bridges 802.11 b/g^{3,4}, DSLAM, Rádio HF (YAESU), Rádio VHF (M3TR) e Gateway. Para efeitos de estudo foram citados apenas os equipamentos principais e que efetivamente são responsáveis pelas funcionalidades do Módulo. Existem outros equipamentos de ligação e apoio como, por exemplo, os pontos de acesso locais, notebooks, *switchs*, *nobreaks* e mastros que não farão parte do presente estudo por se tratarem de equipamentos comerciais e de importância secundária no contexto do Módulo.

2.2 PRINCIPAIS DEFICIÊNCIAS DO MTE

O MTE encontra-se em operação no BEsCom desde maio de 2006. O BesCom tem a missão de instalar, explorar e manter o Sistema de Comunicações do Comando Militar do Leste, da 1ª DE e da 9ª Bda Inf Mtz, além de estar apto a colaborar com o ensino de Comunicações na formação, especialização e aperfeiçoamento dos quadros, a realizar experimentações doutrinárias relacionadas ao apoio de comunicações e ao Sistema de Comando e Controle. Desta forma, sempre que possível, o BEsCom utiliza o MTE nas

operações em que presta apoio.

Em entrevistas com o pessoal do BEsCom, foi possível extrair as seguintes deficiências:

a) Falta de Mobilidade – O módulo atualmente é embarcado em cases de aproximadamente 60 x 57 x 83 cm (L x H x P), com um peso aproximado de 40 Kg. Em grandes partes das operações, é necessária a movimentação do Módulo para áreas onde o sinal seja melhor. Em muitas ocasiões, esse local é situado em cima de cotas altas, sendo necessário transportar o módulo até o pico dessas cotas. Devido ao tamanho e ao peso do Módulo, fica muito custoso e trabalhoso para o pessoal da operação transportá-lo até esses locais de difícil acesso.

b) Pouco Robustecimento – O MTE, por ser um equipamento de testes (protótipo) foi concebido, em grande parte, por equipamentos de uso comercial, sem o necessário robustecimento para operações militares. Aliado a dificuldade de transporte, torna-se um problema relevante para a sua utilização em grandes operações.

c) Dificuldade de Configuração – O sistema que acompanha o Módulo (GATEWAY) é um sistema muito complexo, de gerenciamento de rotas. Embora o pessoal de desenvolvimento tenha se esforçado em facilitar a configuração através de interfaces de software amigáveis, há uma certa dificuldade para o pessoal de operação na configuração desse sistema. É um trabalho que exige um planejamento detalhado e certa “intimidade” com o software.

2.3 MÓDULO DE TELEMÁTICA OPERACIONAL (MTO)

Com a experiência adquirida no desenvolvimento e com a resposta do pessoal operacional, a equipe de Comando e Controle do CTEx está desenvolvendo uma nova versão do Módulo de Telemática, denominada Módulo de Telemática Operacional (MTO). Nessa nova versão, pretende-se resolver a maioria dos problemas apresentados no MTE e agregar novas tecnologias ao projeto.

O projeto do MTO prevê uma viatura denominada Viatura de Comando e Controle que pretende resolver o problema de mobilidade existente no MTE. De acordo com o projeto, os diversos *cases* seriam embarcados na viatura e poderiam ser operados embarcados ou, conforme a necessidade, serem retirados da viatura. Além disso, o projeto da viatura engloba as seguintes características:

- Mastro Pneumático para as antenas do rádio 400 MHz e da bridge 802.11b/g;
- Antenas veiculares dos rádios HF e VHF;
- Gerador Portátil de 3KVA;
- Viatura com 2 alternadores, para suportar os equipamentos;
- Permitir o transporte de 3 operadores;
- Ar condicionado e amortecimento.

Além da viatura, o MTO pretende substituir os equipamentos de uso comercial por equipamentos militarizados, com alto grau de robustecimento. Nem todos os equipamentos apresentados possuem similares robustecidos, no entanto, quando possível, serão feitas adaptações para aumentar o grau de robustecimento.

Por fim, está previsto no projeto do MTO, uma nova versão do software de configuração e gerenciamento das rotas, buscando minimizar a dificuldade de operacionalização do Módulo pelos usuários.

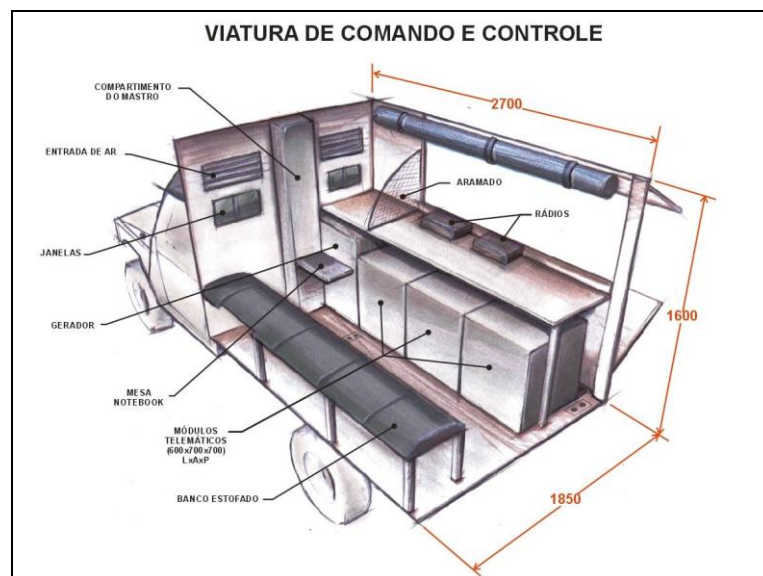


Figura 3: Viatura de Comando e Controle

Fonte: Projeto do MTO

Entre as novas tecnologias que estão previstas para o MTO, encontra-se a VoIP (Voice over IP). Com a inclusão do gateway VoIP, pretende-se digitalizar todo sinal de voz que circula entre os módulos. Foi discutida a troca de todo sinal de voz do Módulo por VoIP, no entanto, optou-se por manter as Centrais Telefônicas Analógicas no interior das unidades, devido ao custo dos terminais VoIP. Embora esses terminais estejam se tornando mais acessíveis, ainda há um impacto grande no preço total do projeto, já que o Módulo prevê uma quantidade muito grande de terminais.

Outra tecnologia interessante que está em teste é a que foca no conceito de redes *mesh*. Rede *mesh*⁷ é o nome dado a um novo tipo de organização de rede, que vem sendo alvo de intensas pesquisas. O que caracteriza este tipo de organização é a existência de uma rede sem fio entre os equipamentos *mesh*, que funcionam como uma malha de roteadores conectados uns aos outros. Nesta malha, existem diversas rotas redundantes entre quaisquer dois pontos, sendo que a definição de melhor rota é realizada de forma automática e dinâmica pelos equipamentos (roteadores) *mesh*.

Por sua vez, os terminais de usuário conectam-se aos equipamentos *mesh*, também por enlaces sem fio. Para isso, cada equipamento *mesh* provê uma célula de cobertura, dentro da qual assinantes podem ter acesso à rede.

Desta forma, pode-se encarar uma organização de rede *mesh* como uma sobreposição de dois tipos de rede diferentes:

- Uma única rede sem fio que interconecta os equipamentos mesh;
- Várias redes sem fio providas pelos equipamentos mesh, para dar acesso aos terminais de usuário.

O primeiro tipo de rede, entre os equipamentos *mesh*, é normalmente denominado “rede de transporte”, enquanto que o segundo tipo é identificado como “redes de acesso”.

2.4 O AMBIENTE DE SELVA

O estudo das comunicações em ambiente de selva surge na Segunda Guerra Mundial, com o Teatro de Operações no Pacífico, na luta entre norte-americanos e japoneses. Posteriormente, a necessidade de um estudo mais profundo sobre o tema ganha visibilidade, com a Guerra do Vietnã. Nestas duas Guerras, houve uma deficiência no uso dos rádios de VHF decorrente das atenuações dos sinais (faixa de frequência de 30 MHz a 300 MHz, altamente atenuada se usarmos os transceptores imersos na floresta). Entretanto, para amenizar tal deficiência, ocorreu o emprego maciço dos rádios de HF (3 MHz a 30 MHz), devido às características de propagação desta faixa de frequência (Onda Lateral e Onda Ionosférica) em florestas tropicais e equatoriais. Desta forma, tais observações também se aplicam ao ambiente da floresta Amazônica brasileira.

A floresta Amazônica possui algumas características peculiares para o ambiente operacional^{5,6} que devem ser levados em consideração, quais sejam:

- A extensa e densa floresta equatorial, a malha aquática de grandes proporções, a escassez de estradas, as elevadas temperaturas, os significativos índices de

umidade do ar, a abundância de chuvas e os riscos de enfermidades tropicais constituem peculiaridades do ambiente amazônico.

- A região é bem caracterizada, em termos fisiográficos, pela Planície Amazônica (calha dos Rios Solimões-Amazonas e afluentes) e pelas encostas dos planaltos Guianense, ao norte, e Sul-Amazônico, ao sul.
- A floresta equatorial pode ser de “terra firme” fora do alcance das cheias e de “terras inundáveis” matas de várzea e igapó, alcançadas pelas enchentes.
- As florestas podem ser primárias e secundárias, conforme as características da vegetação. As primárias, constituídas de árvores maiores que se entrelaçam em suas copas mas deixam espaços entre si junto ao solo, são permeáveis ao movimento de tropa a pé. As secundárias, por sua vez, verdadeiro adensamento de vegetação de pequeno e médio porte (moitas, trepadeiras, espinheiros etc.), dificultam o movimento de tropa a pé.
- Apresentam-se como peculiaridades da região amazônica a rarefação demográfica e a concentração da população ao longo dos rios, constituindo um grande ambiente ribeirinho com predominância das linhas de comunicações fluviais.
- Essas linhas de comunicações fluviais são a sustentação de todas as ações humanas na Amazônia e o principal fator de influência na distribuição da população.
- A região amazônica está sujeita a inundações, fenômeno que ocorre na estação das chuvas e por ocasião do degelo nos Andes, modificando significativamente os cursos de água e originando igapós e chavascas. As marés também podem afetar as áreas ribeirinhas próximas da costa marítima.
- A navegabilidade dos rios amazônicos é ampliada na época das cheias, mas, na vazante, pode haver dificuldade para o emprego de embarcações de maior calado. Apesar disso, o transporte fluvial é predominante na área, complementado pelo aéreo e rodoviário.
- As chuvas frequentes reduzem a capacidade das rodovias não pavimentadas. Quando associadas à neblina, restringem enormemente o emprego de aeronaves.
- As elevadas temperaturas e a acentuada umidade relativa do ar têm influência direta sobre o material e o combatente, exigindo deste a aclimação

necessária.

- Doenças tropicais, como a malária, a leishmaniose, a febre amarela, o cólera, entre outras, constituem preocupação especial, exigindo medidas preventivas por parte da tropa, especialmente em áreas consideradas endêmicas.

Diante de um ambiente operacional tão complexo e diversificado faz-se mister o estudo de tecnologias que possuam um desempenho ao menos satisfatório para voz e dados. A seguir, serão apresentadas algumas tecnologias que são vastamente utilizadas no ambiente de florestas equatoriais.

2.4.1 Tecnologias de Comunicação Empregadas no Ambiente de Selva, Dados e Voz

A seguir, serão apresentados mais detalhadamente as tecnologias citadas e que, em conjunto, são responsáveis pela efetiva comunicação no ambiente de selva, quais sejam, HF e Satélite.

2.4.1.1 Sistemas de Comunicação Vias Rádio HF

A faixa de HF (*High Frequency*)² é freqüentemente definida nos meios acadêmicos como a porção do espectro de frequências entre 3 e 30 MHz, conforme exibido no Quadro 3. Entretanto, é comum os transceptores comerciais que operam em HF trabalharem com frequências de 2 a 30MHz.

Faixa	Frequências
HF (<i>High Frequency</i>)	3 MHz – 30 MHz
VHF (<i>Very High Frequency</i>)	30 MHz – 300 MHz
UHF (<i>Ultra High Frequency</i>)	300 MHz – 3 GHz
SHF (<i>Super High Frequency</i>)	3 GHz – 30 GHz
EHF (<i>Extremely High Frequency</i>)	30 GHz – 300 GHz

Quadro 3 – Designação das faixas de frequência para comunicação via rádio

A comunicação em HF é caracterizada pela utilização de antenas de grande porte, normalmente filamentosas, devido ao grande comprimento da onda eletromagnética quando a frequência de operação é baixa. A potência empregada é normalmente de dezenas de watts. Entretanto, com o uso de amplificadores externos, certos sistemas podem operar com até

500W ou mais.

Nesta faixa de frequência, existem basicamente dois mecanismos de propagação. O primeiro deles é conhecido como onda de superfície, e o outro como refração ionosférica.

O mecanismo denominado onda de superfície é uma caso especial da difração de uma onda eletromagnética. A difração ocorre quando há obstáculos na linha de visada entre as antenas, fazendo com que apenas uma parte da energia irradiada atinja o receptor. Estes obstáculos podem ser elevações do terreno ou edificações, ou mesmo a própria Terra, particularmente nos enlaces de longa distância, devido à curvatura da mesma.

Quando a frequência de operação é muito baixa, como é o caso do HF, e a polarização da onda é vertical, a propagação se dá praticamente acompanhando o relevo do terreno, gerando a onda de superfície. Dependendo da potência empregada e das características do terreno, esta onda pode atingir dezenas, e até centenas, de quilômetros.

O segundo mecanismo de propagação, conhecido por refração ionosférica, resulta de refrações sucessivas nas camadas de índice de refração diferentes da ionosfera, proporcionando o retorno do sinal à Terra. Para que o mecanismo funcione, é necessário que a potência de transmissão seja suficiente para garantir que a onda não seja completamente absorvida na ionosfera, e que a frequência de operação seja inferior à Máxima Frequência Utilizável (MUF). Esta frequência pode variar em função da região, época do ano e mesmo hora do dia, podendo ser calculada de forma automática com o uso de softwares específicos. Um único salto de refração ionosférica pode atingir até 4000 km.

A combinação destes dois mecanismos de propagação torna os sistemas HF bastante adequados para comunicações de fonia a grandes distâncias. A comunicação em mobilidade também é viável, embora seja prejudicada pelo grande dimensão das antenas utilizadas.

Quanto à transmissão de dados, os sistemas HF apresentam rendimento bastante precário. Devido às baixas frequências utilizadas, os canais de transmissão precisam ser de banda estreita, já que a utilização de canais de banda larga em frequências centrais tão baixas inviabiliza a linearidade de resposta dos diversos componentes, como filtros e amplificadores. Como o canal utilizado é estreito, e relação sinal-ruído é, via de regra, baixa na faixa de HF, as taxas de transmissão obtidas são normalmente de 300 a 600 bps. Transceptores mais modernos conseguem atingir taxas de 1200, e até mesmo 2400 bps.

A propagação ionosférica também 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. Essas características da floresta amazônica impossibilitam a propagação por visada direta, ou seja, 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, também, o uso de sistemas que necessitam de fios ou outro meio físico correlacionado (par de fios elétricos, cabos coaxiais, fibra óptica, etc).

2.4.1.2 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, 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 de 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).

2.5 PROPOSTA PARA O MÓDULO DE TELEMÁTICA DE SELVA

A presente seção objetiva a descrição do Módulo de Telemática Selva (MTS) para o emprego na Brigada de Infantaria de Selva. De acordo com as necessidades táticas pesquisadas, fez-se uma modelagem concisa, fornecendo os meios de comunicação imprescindíveis para atuação da Brigada de Infantaria Selva.

Inicialmente, a presente proposta contextualiza o MTS no seu emprego e definições. Em seguida, elucidam-se as tecnologias empregadas no MTS de Bda Inf S, a distribuição dos equipamentos por seus módulos e o emprego no teatro de operações.

2.5.1 Concepção

Módulo de Telemática de Selva (MTS) é a denominação utilizada para o conjunto de equipamentos de telecomunicações e computação que dotam o sistema de Comando e Controle desenvolvido pelo Centro Tecnológico do Exército (CTEx). Estes equipamentos atuam de forma integrada e automatizada provendo a comunicação de dados e voz entre os elementos participantes.

O Módulo de Telemática de Selva de Brigada de Infantaria Selva (MTS Bda Inf S) é uma denominação dada ao conjunto de MTS's que atendem às Unidades integrantes de uma Brigada de Infantaria Selva. Basicamente, a partir dos requisitos táticos levantados, o MTS Bda Inf S é composto de:

- 1 (um) Módulo de PC de nível Grande Unidade (PC Bda) – Tipo AS;
- 1 (um) Módulo de PCR (PC Recuado – PCR Bda) – Tipo AS;
- 6 (seis) Módulos de nível Unidade (Batalhões) – Tipo BS;
- 22 (vinte e dois) Módulos de Cia – Tipo CS .

Estes tipos de Módulos, AS (PC e PCR da Bda), BS (Btl) e CS (Cia), definem as tecnologias e equipamentos que estão sendo utilizados em cada conjunto, visando atender características de emprego da brigada.

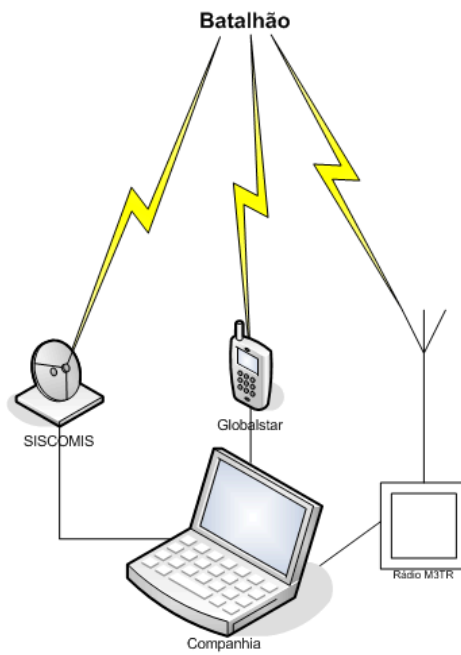


Figura 4 –Módulo de Telemática de Selva tipo CS - Cia

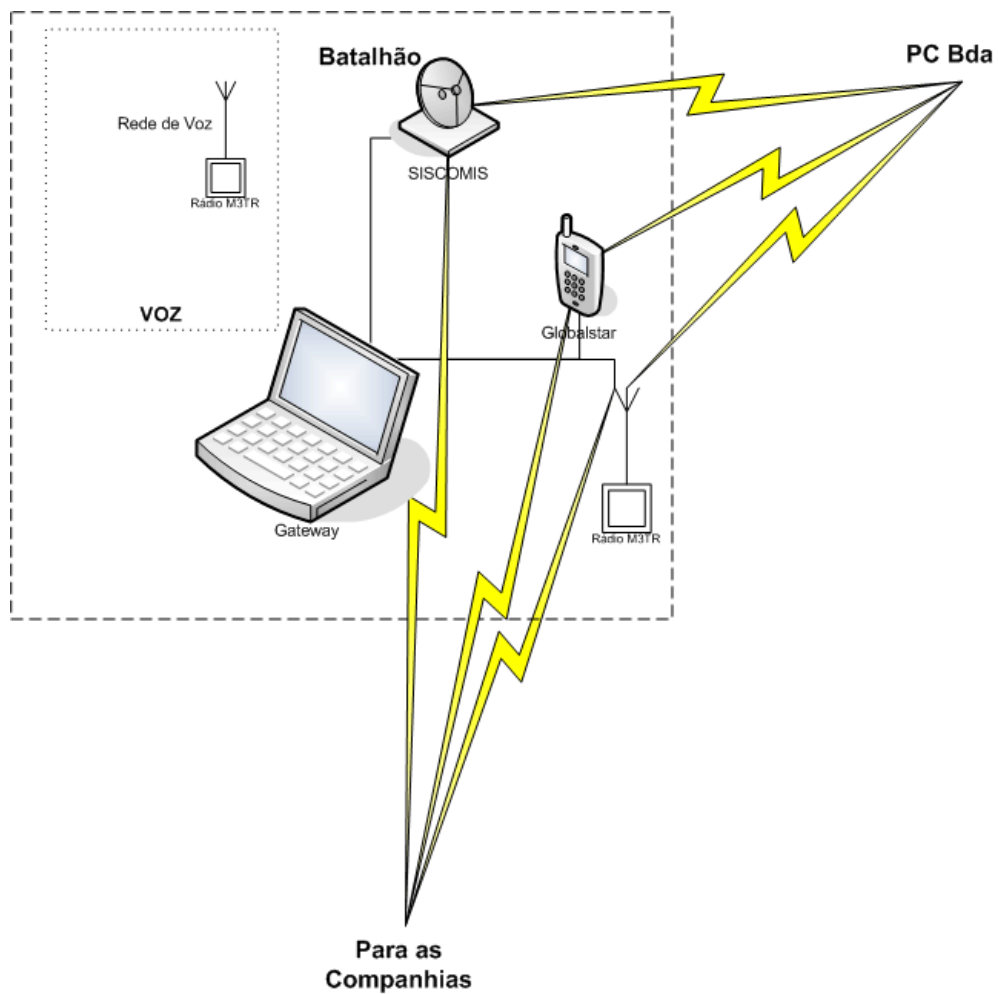


Figura 5 –Módulo de Telemática Selva tipo BS - Btl

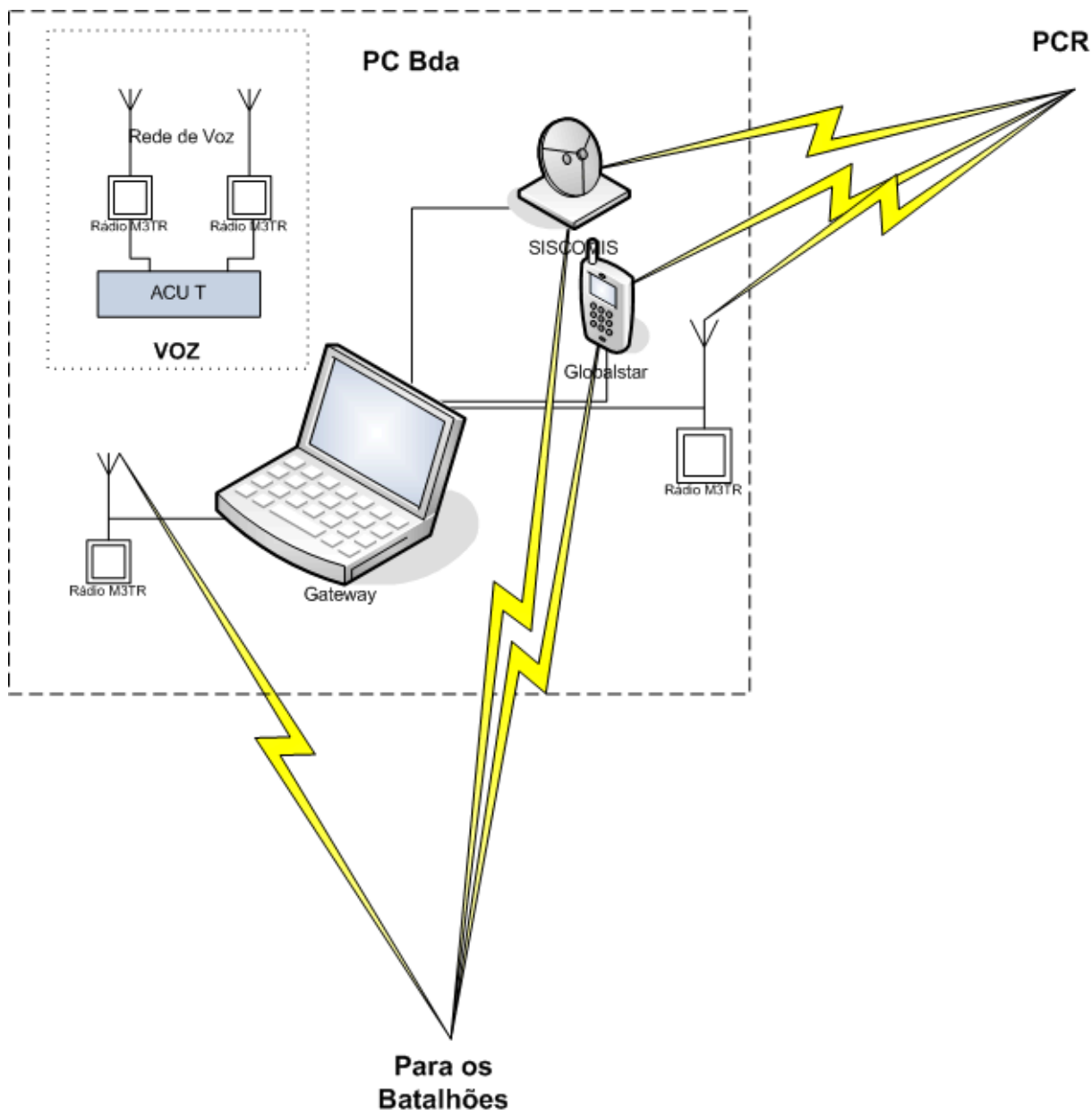


Figura 6 –Módulo de Telemática Selva tipo AS - Bda

O MTS Bda Inf S pode ser considerado como um sistema de comunicação que permite a utilização de rotas automáticas e de alta confiabilidade. Em sua base pode ser empregado o software C2 em Combate, do Exército.

Os Módulos de Telemática de Selva quando interligados formam uma rede física e lógica capaz de transmitir dados e voz entre quaisquer elementos participantes e entre estes e sistemas de comunicações externos como a EBNET, SISCOMIS, Internet, RITEX, rede telefônica fixa, rede de telefonia celular, etc.

As ligações entre os Módulos de Telemática de Selva são feitas de modo que existam caminhos ou rotas alternativas entre dois pontos do sistema desdobrado no terreno. Quando

ocorrer a indisponibilidade de uma determinada rota o sistema se adapta automaticamente encontrando uma rota operacional para aquele destino.

As rotas alternativas são construídas com base em diferentes tecnologias, fazendo com que os Módulos não fiquem dependentes de condições favoráveis para a realização de suas transmissões.

Os equipamentos que constituem o MTS são comerciais e substituíveis a qualquer tempo por similar de outro fabricante. Os protocolos são abertos e consolidados, portanto não dependente de fabricantes internacionais e não impedindo futuras inserções de possíveis tecnologias ou equipamentos.

2.5.2 Tecnologias Empregadas

De acordo com a mobilidade exigida nas operações da Bda de Inf S, apenas as meios de comunicação sem fio foram empregadas e são empregadas tanto entre pontos próximos quanto entre pontos distantes.

As tecnologias sem fio usadas no Módulo de Telemática de Selva de Bda Inf S são:

- Para dados:
 - Conexão via satélite a partir da estação do SISCOMIS, com taxa de 4.8 Kbps.
 - Conexão via satélite a partir do Telefone GlobalStar, com taxa de 9.6 Kbps.
 - Rádio de comunicação HF, com ou sem salto em frequência em banda larga, criptografia e taxas de transmissão dependente do rádio empregado.
- Para voz:
 - Rádio de comunicação HF, com ou sem salto em frequência em banda larga, utilizado para a comunicação de qualquer escalão, dependendo das redes formadas.
 - Interligação entre os meios de comunicação de voz através de equipamento integrador rádio, permitindo o uso em conferência dos seguintes sistemas: celular público ou operacional, RITEx, telefonia do sistema nacional de telecomunicações, SISCOMIS, rede rádio de campanha HF, VHF e UHF, independente da criptografia entre os equipamentos.

A seguir, a descrição das conexões existentes entre cada um dos módulos, individualmente.

2.5.3 Interligações entre Módulos

As ligações existentes entre o Batalhão e as Companhias diretamente ligadas são as que seguem, obedecendo a uma prioridade quando a comunicação for de dados:

- Para dados:
 - Prioridade 1: canal via rádio HF dependendo do terreno, e taxas de transmissão dependente do rádio empregado.
- Para voz:
 - Canal via rádio HF com ou sem salto em frequência.

As ligações existentes entre o Batalhão e o Comando da Brigada são as que seguem, obedecendo a uma prioridade quando a comunicação for de dados:

- Para dados:
 - Prioridade 1: Conexão via satélite a partir da estação do SISCOMIS, com taxa de 4.8 Kbps.
 - Prioridade 2: Conexão via satélite a partir do Telefone GlobalStar, com taxa de 9.6 Kbps.
- Para voz:
 - Conexão via satélite a partir do Telefone GlobalStar.
 - Conexão via satélite a partir da estação do SISCOMIS.
 - Canal via rádio HF com ou sem salto em frequência.

As ligações existentes entre o PC da Brigada com o PCR da Brigada são as que seguem, obedecendo a uma prioridade quando a comunicação for de dados:

- Para dados:
 - Prioridade 1: Qualquer meio de acesso a rede constituída na base do PC de Apoio, por exemplo linha discada.
 - Prioridade 2: Conexão via satélite a partir da estação do SISCOMIS, com taxa de 4.8 Kbps.
 - Prioridade 3: Conexão via satélite a partir do Telefone GlobalStar, com taxa de 9.6 Kbps.
- Para voz:
 - Conexão via satélite a partir do Telefone GlobalStar.
 - Conexão via satélite a partir da estação do SISCOMIS.

- Telefonia do Sistema Nacional de Telecomunicações.
- Canal via rádio VHF/HF com ou sem salto em frequência.

As figuras 7 e 8 mostram o emprego do MTS com o PC da Bda, PCR da Bda, dois Btl e três Cia.

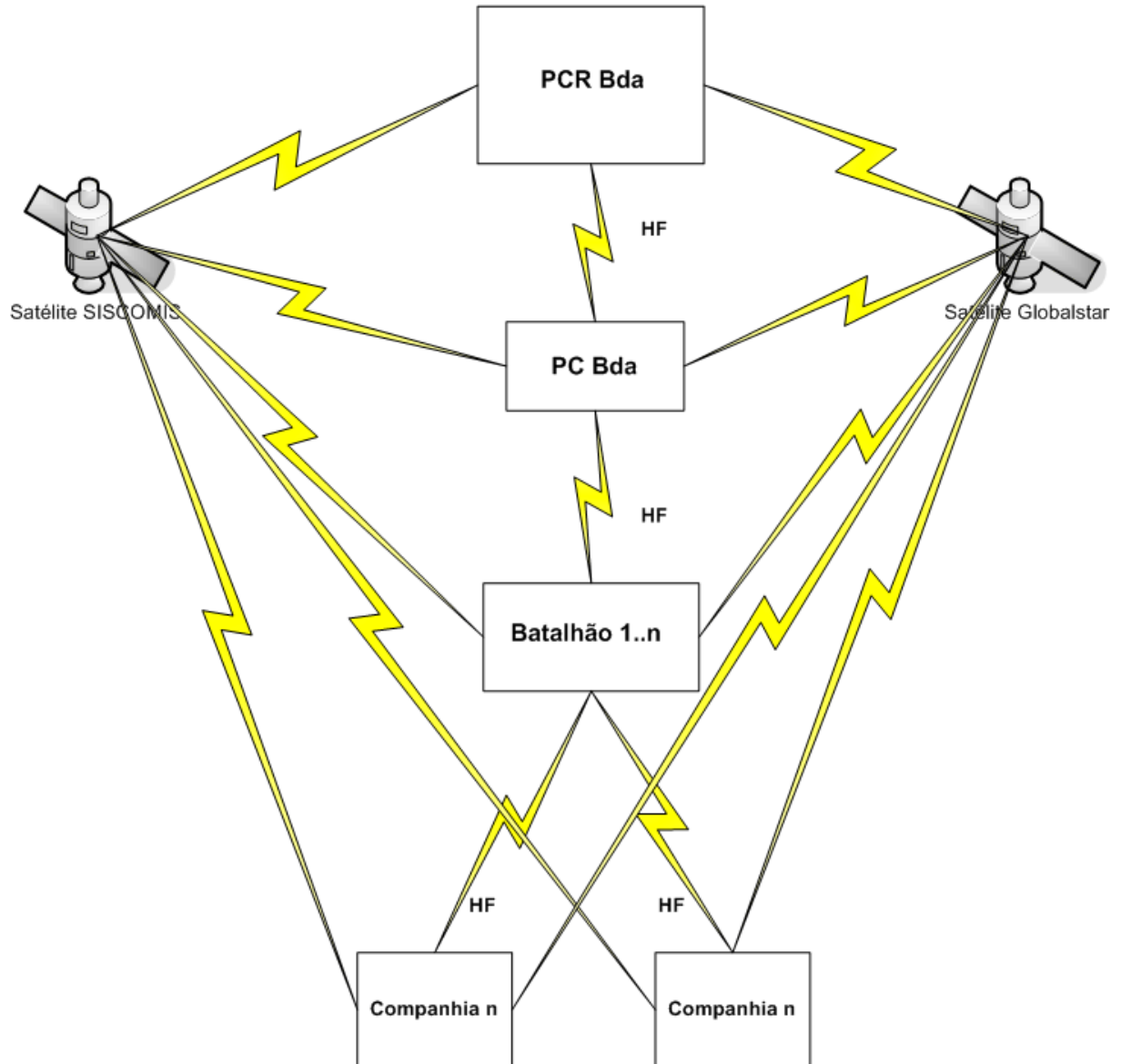


Figura 7: Emprego do MTS

No próximo tópico será apresentado um detalhamento sobre as configurações do sistema.

2.5.4 Configurações do sistema

Para o uso do MTS existem configurações que previamente devem ser feitas. Basicamente são dois níveis de usuários em questão: o operacional e o de configuração.

O elemento operacional é o combatente que necessita apenas saber ligar e utilizar o sistema como assinante. Todos os equipamentos são configurados de modo a serem iniciados automaticamente quando do fornecimento de energia elétrica, inclusive o computador *gateway* gerenciador de rotas, que após receber a energia tem o processo de *boot* do sistema operacional iniciado automaticamente, assim como a identificação de rotas disponíveis.

O outro usuário, o elemento de configuração, que no Exército é o Oficial de Comunicações, tem a função de configurar, em software próprio, a topologia da rede e enlaces que deseja estabelecer, como no diagrama da *figura 2*. Esse processo fornecerá aos demais Módulos os endereços dentro do sistema. Este processo também é automatizado, sendo, portanto, a configuração feita em uma única máquina do MTS e distribuída para os demais Módulos que recebem e atualizam suas configurações.

2.5.5 Distribuição dos Equipamentos por Módulo

A seguir temos a distribuição dos equipamentos constantes em cada MTS:

Tipo	Equipamento	Quantidade
AS	Rádio HF fixo	1
	Rádio HF Portátil com bateria reserva	1
	Computador portátil com múltiplas seriais	1
	Estação do SISCOMIS	1
	Telefone GlobalStar	1
	ACU-T	1
	Acondicionamento	1
	Painel solar + Baterias	1
	Gerador	1
	Switch	1
	Sistema de Gerenciamento de Rotas do Módulo de Telemática (SGRMT)	1
	Sistema de Configuração do Módulo de Telemática (SCMT)	1
	Software C2 em Combate	1
	Rádio HF fixo	1

BS	Rádio HF com bateria reserva	2
	Computador com pelo menos uma porta serial, um modem compatível com Linux, duas placas de rede	1
	Estação do SISCOMIS	1
	Sistema de Gerenciamento de Rotas do Módulo de Telemática (SGRMT)	1
	Software C2 em Combate	1
CS	Rádio HF Portátil com bateria reserva	2
	Computador portátil com múltiplas seriais	1
	Painel solar + Baterias	1
	Sistema de Gerenciamento de Rotas do Módulo de Telemática (SGRMT)	1
	Software C2 em Combate	1

Quadro 4: Distribuição dos equipamentos por Módulo

Onde o PC e PCR Bda são constituídos por um módulo do tipo AS cada um, cada Batalhão com um módulo do tipo BS e cada Companhia com um módulo do tipo CS.

3 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os sistemas de comunicações táticas atualmente utilizados no Exército Brasileiro são fortemente baseados em redes rádio na faixa de HF e VHF. Estas faixas de frequência representaram durante vários anos a opção majoritária de comunicações táticas nas Forças Armadas de diversos países. Entretanto, com o recente avanço da microinformática, os processos de tomada de decisões estratégicas não podem prescindir do auxílio de ferramentas como softwares destinados a comando e controle, bem como de funcionalidades como a transmissão de imagens e vídeos.

No combate moderno, a infra-estrutura de comunicações tem se tornado um fator cada vez mais relevante. Com o advento da Tecnologia da Informação, a quantidade de informações disponibilizada no Teatro de Operações cresceu exponencialmente. Atualmente, as Forças Armadas de diversos países baseiam-se em sistemas de Comando e Controle (C2) para apoiar a decisão do comandante.

Em busca da excelência de seus meios de TI, o Exército Brasileiro está desenvolvendo um sistema de comando e controle que pode ser comparado aos melhores sistemas de C2 do mundo. O projeto divide-se em um projeto de software (CIGE) e um projeto de infra-estrutura (CTEx), chamado de Módulo de Telemática.

O CTEx já entregou o primeiro protótipo do MT, chamado de MTE. Esse protótipo encontra-se em constante avaliação pelo BEsCom. Atualmente, a evolução do MTE, denominado MTO, encontra-se em fase de aquisição de equipamentos. Além disso, novas tecnologias estão sendo agregadas, visando a constante melhoria do desempenho do equipamento.

Com o aproveitamento do êxito no primeiro projeto, novas solicitações estão sendo feitas, como o Módulo de Telemática para emprego no Haiti e o Módulo de Telemática para GLO (Garantia da Lei e da Ordem). Desta forma, a definição de um projeto nos mesmos moldes dos anteriores para o ambiente de selva transcorre naturalmente.

Neste trabalho, foi proposto um módulo de telemática adaptado para o ambiente de selva como uma opção viável para realizar este papel. A prática mostra que a referida conjunção de tecnologias e equipamentos presentes nos módulos de selva é plausível e aceitável nas soluções militares convencionais. Mais ainda, a proposta apresenta iniciativas no âmbito do próprio Exército Brasileiro que têm obtido sucesso na utilização dos módulos de telemática experimentais.

Desta forma, pode-se recomendar um estudo mais detalhado da proposta do MTS

apresentada neste trabalho para que se verifique a viabilidade técnica e operacional.

REFERÊNCIAS

1. **Manual do Módulo de Telemática Experimental**, CTE_x, 2005.
2. DAL BELLO, J. C. R. **Projeto de Sistemas de Comunicações: Manual do Engenheiro**. Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, 1997.
3. AKYILDIZ, I. F.; WANG, X.; WANG, W. **Wireless Mesh Networks: a Survey**. Computer Networks, Vol 47, pags 445-487
4. . PIRES, A. A. **Controle de Potência em Redes 802.11**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Elétrica da COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, 2005.
5. BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 72-20: O Batalhão de Infantaria de Selva**. 1. ed. Rio de Janeiro: EME, 1997.
6. BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 100-5: Operações**. 3. ed. Brasília: EGGCF, 1997.



**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEP - DFA
ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS
(EsAO/1919)**

DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

TERMO DE CESSÃO DE DIREITO SOBRE TRABALHO ACADÊMICO

TÍTULO DO TRABALHO

INFRA-ESTRUTURA FÍSICA DO PROJETO COMANDO E CONTROLE (C2) EM COMBATE: IDENTIFICAÇÃO DAS LIMITAÇÕES E PROPOSTA DE MELHORIAS PARA O AMBIENTE DE SELVA

IDENTIFICAÇÃO DO AUTOR

Cap QEM FRANCISCO **BENJAMIM FILHO**

1. Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado de minha propriedade.
2. Conforme o contido nas IPG 2008 , autorizo a EsAO a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução das Forças Armadas, bem como a divulgá-lo por meio de revistas, informativos ou outros veículos de comunicação.
3. A EsAO poderá fornecer cópia do trabalho de acordo com as normas da escola.
4. É permitida a transcrição parcial de trechos do trabalho para comentários e citações desde que sejam transcritos os dados bibliográficos dos mesmos, de acordo com a legislação sobre direitos autorais.
5. A divulgação do trabalho, por qualquer meio, somente pode ser feita com a autorização do autor e da Direção de Ensino da EsAO.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 2008.

FRANCISCO **BENJAMIM FILHO** – Cap QEM