

**GEOPOSIÇÃO ATRAVÉS DO SISTEMA RÁDIO DIGITAL TRONCALIZADO EM  
MODO CONVENCIONAL, EMPREGANDO A REPETIDORA GTR 8000**  
**TEN COM FRANCISCO JOSÉ KLAUTH BRACCINI**  
**ST MNT COM MÁRCIO ROBERTO MARTINS DE ABREU**

**RESUMO:** O presente trabalho tem por finalidade apresentar um estudo de viabilidade e uma proposta de emprego para o Exército Brasileiro quanto à utilização de tráfego de dados de geoposicionamento, através do modo digital convencional dos rádios da família APX, utilizando como opção a repetidora digital convencional GTR 8000, ambos equipamentos fabricados pela empresa Motorola Solutions e que fazem parte do Sistema Rádio Digital Troncalizado (SRDT), adotado pelo Exército Brasileiro como componente do Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre. No discorrer do trabalho foi empregada como metodologia a pesquisa bibliográfica com os materiais de divulgação dos equipamentos, bem como executados testes “in-loco” contando com a presença de equipe do Centro de Desenvolvimento de Sistemas (CDS) do Exército. Por fim, verificou-se a viabilidade do emprego dos rádios no modo ponto a ponto, além da utilização da repetidora GTR 8000 quanto ao fornecimento dos dados de geoposicionamento para o Sistema de Apoio à Decisão C<sup>2</sup> em Combate e o Gerenciador do Campo de Batalha (GCB), através do uso de software conector desenvolvido pelo CDS. Com isso, abre-se uma opção importante e versátil de emprego do material fora da área de cobertura do SRDT no modo troncalizado.

Palavras Chaves: APX. GPS. GTR 8000. MOTOROLA. SRDT. C<sup>2</sup> EM COMBATE. GCB.

## 1 INTRODUÇÃO

O Sistema Rádio Digital Troncalizado (SRDT) em uso no Exército Brasileiro é baseado em equipamentos fornecidos pela empresa MOTOROLA SOLUTIONS. No âmbito do Exército Brasileiro, o SRDT classifica-se no escopo do Sistema de Comunicações Críticas, comumente empregado em operações de Garantia da Lei e da Ordem (GLO), bem como atender missões diferentes das aplicadas às Comunicações Táticas (em campanha).

O SRDT foi adotado em uma época que o Exército detectou a necessidade de operar basicamente em ambiente urbano e com a possibilidade de integração interagências, ou seja, integrado às demais Forças Armadas, além dos Órgãos de Segurança Pública (OSP) e agências

governamentais, sejam elas das esferas federal, estadual ou municipal. O sistema foi de grande relevância num momento em que a Força Terrestre assumiu o protagonismo do Comando e da Coordenação das operações de segurança dos grandes eventos ocorridos no Brasil, como a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, em 2012, passando pela Copa das Confederações e Jornada Mundial da Juventude, ambas em 2013, Copa do Mundo de Futebol FIFA 2014 e Jogos Olímpicos RIO 2016, dentre outros eventos, como a Intervenção Federal na Segurança Pública do Estado do Rio de Janeiro, em 2018.

O SRDT tem potencial de realizar a comutação de seus controladores (sítio mestre ou master site), possibilitando contatos diretos (rádio) entre os diversos Comandos Militares e Guarnições. Vários sites foram instalados por



diversas cidades do Brasil, especialmente nas capitais dos estados, operando na faixa de UHF, mais especificamente entre 700/800 MHz, baseada em protocolo APCO 25.

Outra potencialidade do SRDT, é quanto a migração de rádios (portáteis e veiculares) de uma região para outra, o que permite que uma tropa se desloque para cumprir missão em qualquer outra guarnição utilizando seus equipamentos rádio mediante cadastro no sistema de destino. Essa integração normalmente é feita via Rede Corporativa de Dados do Exército (EBNet) de forma cabeadas, podendo ainda ser interligada via link rádio ou satelital.

O principal objetivo do sistema é fornecer comunicações, comando e controle para as tropas no terreno, basicamente em ambiente urbano, tendo como objetivo principal a comunicação de voz e, secundariamente, a transmissão de dados de geoposicionamento para o Sistema de Apoio à Decisão (SAD) PACIFICADOR, desenvolvido pelo próprio Exército Brasileiro, através de seu Centro de Desenvolvimento de Sistemas (CDS), a fim de prover a consciência situacional ao Escalão Superior.

O SRDT é composto de Estações Rádio Base (ERB) operando através do protocolo APCO 25, baseadas em repetidoras digitais GTR 8000 fixas, ERB transportáveis, como as plataformas rebocáveis, ERB móveis montadas em viatura tipo Marruá, além dos rádios digitais utilizados pelo sistema, como os rádios portáteis da família APX 2000/SRX 1200 e veiculares APX 2500, bem como rádios mais antigos da família XTS (1500/2250/2500) e veiculares XTL (1500/2200/2500). Existem, ainda, equipamentos que visam aumentar a capacidade de integração do sistema, como as integradoras (gateway) Motobridge, os rádio enlaces Ponto a Pronto (PTP) e as Repetidoras Digitais Veiculares, do inglês Digital Veicular Repeater System (DVRS), com a finalidade de ampliar o alcance e cobrir áreas específicas dentro e fora da área de cobertura das ERB fixas, transportáveis e móveis, bem como realizar a integração de todo o sistema com o sítio mestre (master site). O sítio mestre, constituído por uma miríade de servidores, switches e roteadores é o responsável por toda

a parte de gerenciamento do sistema, como: base de dados de usuário, cadastro de rádios, etc. Uma das principais funções do master site para as operações do Exército é o encaminhamento dos dados de geoposicionamento (utilizando o sistema GPS – Global Positioning System) dos rádios que operam no terreno para o software PACIFICADOR. Isto ocorre, pois o sítio mestre processa os dados enviados pelos rádios, através de protocolo próprio da rede rádio, para tráfego de dados via EBNet, utilizando para isso servidor específico chamado Unified Network System (UNS). **Nesse caso só é possível o serviço de dados de geoposicionamento utilizando os rádios em modo troncalizado, ou seja, necessitando do uso de toda a infraestrutura do Sistema e do acesso ao sítio mestre.**

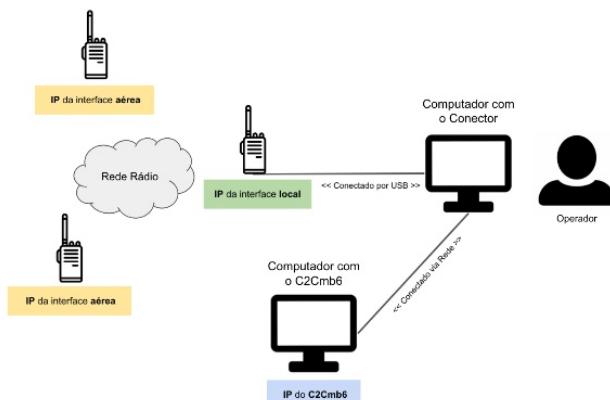
## 2. METODOLOGIA

A fim de aumentar a versatilidade do Sistema e permitir ao Exército utilizar o geoposicionamento dos seus rádios utilizando o modo convencional, ou seja, **sem a necessidade de estar dentro da área de cobertura do sistema em modo troncalizado e não depender de toda a infraestrutura fixa do SRDT**, este artigo visa propor a opção de operação dos rádios da família APX com o envio de dados de geoposicionamento diretamente para outros rádios de uma mesma rede utilizando para isso o modo digital ponto a ponto, bem como utilizando a repetidora convencional digital GTR 8000, com a finalidade de aumentar o alcance para voz e dados. Os dados de posição dos rádios são enviados diretamente ao SAD C<sup>2</sup> em Combate. O grande objetivo é garantir consciência situacional de uma rede de rádios operando em modo convencional semelhante ao que ocorre no modo troncalizado.

O estudo que levou a este artigo se baseia nos manuais e testes desenvolvidos pelo Centro de Desenvolvimento de Sistemas (CDS), com apoio da Escola de Comunicações (Es Com) e da Companhia de Comando e Controle (Cia C<sup>2</sup>). Os resultados obtidos foram satisfatórios até o presente

momento e mostram a real possibilidade de emprego. Entretanto, estes estudos não foram esgotados e prosseguem junto às Organizações Militares (OM) supracitadas, a fim de realizar aperfeiçoamentos e refinamentos do C<sup>2</sup> em Combate, bem como demais testes necessários à operação dos rádios em diversas situações de emprego. A arquitetura da proposta é demonstrada na figura 1.

**FIGURA 1 - Arquitetura**



Fonte: CDS

Cabe destacar, que no modo convencional não é possível a utilização do SAD PACIFICADOR, em virtude da necessidade de utilização do servidor UNS, componente do sítio mestre. Para isso, foi utilizado o SAD C<sup>2</sup> em Combate, além da possibilidade de integração ao SAD Gerenciador do Campo de Batalha (GCB).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 RÁDIOS DIGITAIS DA FAMÍLIA MOTOROLA APX UTILIZADOS PELO EB

Os rádios digitais da família APX utilizados pelo Exército operam nos modos troncalizado e convencional e apresentam as seguintes características:

- Nomenclatura militar: EB-14 Conjunto Radio APX-2000ST (ou APX-2000CT, conforme a versão);
- Suporta FDMA de 12.5 KHz & TDMA de 2:1;
- Faixa de operação: 764 a 870 MHz;

- Modos de operação: convencional analógico, convencional digital ASTRO, troncalizado digital ASTRO P25;
- Supressão de ruído adaptável;
- Hardware de GPS interno;
- Criptografia AES;
- Criptografia ADP por Software;
- Potência: 1 a 3,3 W;
- Alcance: 1 a 4 km (ponto-a-ponto).

**FIGURA 2 – Rádio APX 2000**



Fonte: o autor

#### 3.2 A REPETIDORA DIGITAL CONVENCIONAL GTR 8000 UTILIZADO PELO EB

A repetidora digital convencional foi concebida para operar de forma isolada. Pode, no entanto, ser integrada a outras redes rádio troncalizadas, inclusive, através de equipamentos adicionais (motobridge e PTP, por exemplo).

É possível configurar a repetidora e os rádios para que redes distintas compartilhem o mesmo canal.

A GTR 8000 apresenta as seguintes características:

- Alimentação: 90 a 230 VAC ou +48 VDC.
- Potência de transmissão: de 2 até 110W, programável.
- Faixa de operação: 772-776 MHz /851-870 MHz (Tx); 792-825 MHz (Rx);
- Alcance médio: 15 km (portátil) e 25 km (veicular).

**FIGURA 3 – Repetidora GTR 8000**



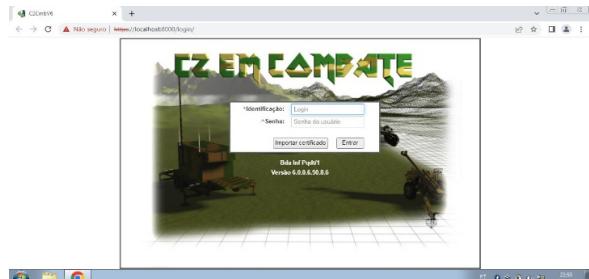
Fonte: o autor

### **3.3 O SISTEMA DE APOIO À DECISÃO C<sup>2</sup> EM COMBATE UTILIZADO PELO EB**

Ferramenta que busca substituir o planejamento antigo nas cartas e acetatos. Emite documentações de acordo com os manuais vigentes na doutrina. (Ex: Plano de Informações Operacionais - PIO). Apresenta as seguintes características:

- Facilidade de operação e flexibilidade no uso.
- Estrutura cliente-servidor, em que não é necessário instalar a aplicação em várias máquinas, apenas em um servidor. **Entretanto, pode-se utilizar através da instalação na própria máquina (computador pessoal) ou máquina virtual (Ex: Virtual Box)**, diferentemente do geoposicionamento dos rádios no modo troncalizado, que é dependente do servidor UNS, ligado à infraestrutura do sítio mestre do SRDT.
- Garante a consciência situacional ao escalão superior (Ex: geoposicionamento de rádios, radares...).

**FIGURA 4 – SAD C<sup>2</sup> em Combate**



Fonte: o autor

### **3.4 INTEGRAÇÃO RÁDIO DIGITAL APX 2000/SRX 1200 COM SAD C<sup>2</sup> EM COMBATE UTILIZANDO A REPETIDORA DIGITAL CONVENCIONAL GTR 8000**

Para que seja feita a integração entre os rádios APX com o C<sup>2</sup> em Combate é necessário a execução de alguns passos:

#### **3.4.1 PROGRAMAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DOS RÁDIOS**

Utilizando o aplicativo Customer Programming Software (CPS) da Motorola, para operar em rede convencional, tanto no modo ponto a ponto, como utilizando repetidora digital convencional GTR 8000, além da habilitação dos mesmos para a transmissão de dados de geoposicionamento. Há também a necessidade de criação de um perfil de dados para a operação, como a atribuição de endereço IP para o rádio, para o host e para a interface aérea, que é a rede em que os rádios farão a comunicação entre si. Se torna imperativo ainda a necessidade de que um dos rádios seja designado como “gateway” e seja conectado ao computador que irá prover o acesso ao C<sup>2</sup> em Combate, através da porta USB, utilizando para isso o próprio cabo de programação dos rádios.

#### **3.4.2 CONFIGURAÇÃO DA REPETIDORA GTR 8000**

Habilitando-a para a transmissão de dados, utilizando o software CSS (Configuration Service Software) da Motorola.

#### **3.4.3 O SAD C<sup>2</sup> EM COMBATE**

Poderá estar instalado em computador a ser utilizado localmente ou em rede. Os rádios deverão ser adicionados ao C<sup>2</sup> em Combate como rádio RF 7800V-HH (não há a opção de rádios Motorola no C<sup>2</sup> em Combate) e vinculados a alguma figura utilizada pelo referido software (pessoa, viatura, instalações, etc.), para que a localização exata dos rádios seja apresentada na tela. O C<sup>2</sup> em Combate

pode ser instalado em máquina virtual, tipo Virtual Box, por exemplo, como já informado.

### 3.4.4 SOFTWARE CONECTOR APX- C<sup>2</sup>

Para que toda a integração funcione é necessário a utilização do software conector APX- C<sup>2</sup> em Combate desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento de Sistemas (CDS) (Figura 5). É justamente esse conector que realiza a integração dos rádios com o C<sup>2</sup> em Combate, através das requisições de posição que são emitidas pelo conector aos rádios. Após a instalação do conector, deve ser inserido manualmente o IP do C<sup>2</sup> em Combate, o IP do rádio gateway, além dos IP da interface aérea dos rádios remotos da rede. Por fim, deve-se pressionar a tecla conectar do aplicativo conector. Nesse momento, o conector mostrará a mensagem “CONECTADO” e, com isso, os rádios deverão ser apresentados geoposicionados na tela do C<sup>2</sup> em Combate (Figura 6).

Todos os arquivos necessários à instalação do C<sup>2</sup> em Combate, bem como o próprio conector APX- C<sup>2</sup> em Combate, além dos tutoriais e manuais de instalação e integração, podem ser obtidos através do servidor de arquivos FTP do CDS, pelos seguintes endereços, utilizando a EBNet:

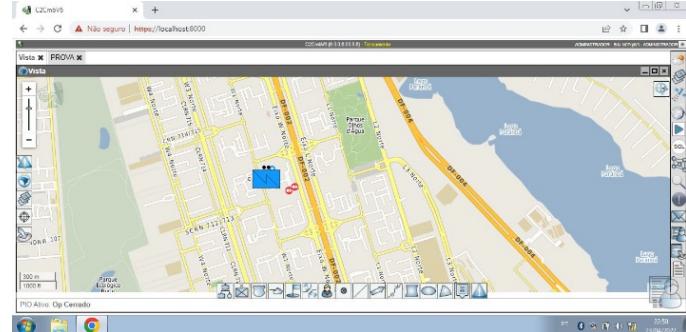
-10.67.4.141 /gcb/templates  
-10.67.4.141/conector-motorola-apx/  
instaladores

**FIGURA 5 – Conector APX- C<sup>2</sup> Cmb**



Fonte: CDS

**FIGURA 6 – Rádio APX- C<sup>2</sup> Cmb**



Fonte: o autor

### 3.4.5 INTEGRAÇÃO DO SAD C<sup>2</sup> EM COMBATE COM O SAD GERENCIADOR DO CAMPO DE BATALHA (GCB)

O Gerenciador do Campo de Batalha (GCB), software desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento de Sistemas (CDS), foi concebido para atender as necessidades de comando e controle nos níveis táticos até subunidade. Como sistema componente do sistema de comando e controle da Viatura Blindada de Transporte de Tropa – Média sobre Rodas (VBTP-MR) Guarani. O software foi concebido para operação com os computadores robustecidos, tipo tablet, CTM (Computador Tático Militar) que equipam as VBTP-MR, integrados ao Sistema Intercomunicador Veicular SOTAS, juntamente aos rádios RF 7800V-V511. Além da instalação do GCB no próprio computador do usuário, há a possibilidade de utilização de máquina virtual, tipo Virtual Box, por exemplo.

É possível que haja a integração dos rádios Motorola APX ao GCB, mas não de forma direta e sim através da integração do C<sup>2</sup> em Combate com o GCB, via software conector também desenvolvido pelo CDS (Figura 7). Dessa forma os rádios são cadastrados no GCB como rádio RF 7800V-V511, da mesma maneira que no C<sup>2</sup> em Combate, pois não há opção de rádio Motorola APX conectado direto ao GCB.

Para que haja a referida integração, basta fazer o download do GCB e do conector no seguinte endereço do servidor FTP do CDS, através da EBNet: 10.67.4.141/ integracao-c2cmb-gcb/installadores.

Após os quatro passos supracitados para

integração dos rádios APX com o C<sup>2</sup> em Combate, basta executar o 5º passo, que é preencher os campos com o IP do C<sup>2</sup> em Combate e o IP do GCB e efetuar a conexão. A partir desse momento os rádios apresentados na tela do C<sup>2</sup> em Combate deverão ser mostrados na tela do GCB (Figura 8).

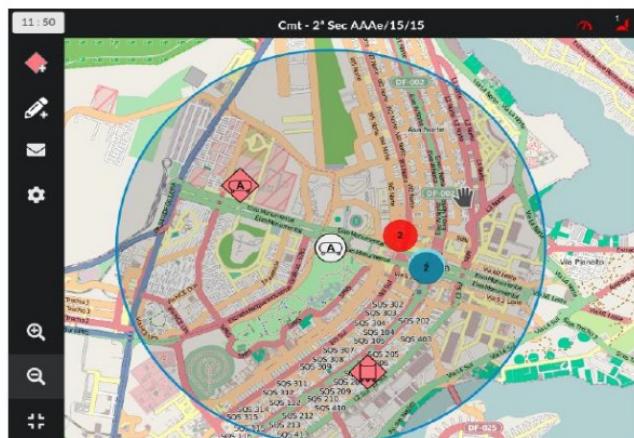
Cabe destacar que o GCB se encontra ainda passando por aperfeiçoamentos junto ao CDS.

**FIGURA 7 – Conector C<sup>2</sup> Cmb-GCB**



Fonte: CDS

**FIGURA 8 – Tela do GCB**



Fonte: CDS

## 4. CONCLUSÕES

A possibilidade de utilizar os equipamentos do SRDT no modo convencional (rádios e repetidoras) amplia o horizonte de emprego, além da faixa de cobertura do sistema em modo troncalizado, o que requer menor necessidade de

infraestrutura, aumentando a mobilidade e a versatilidade de emprego, além de não depender da estrutura cliente-servidor utilizado pelo SRDT no modo troncalizado para fins de geoposicionamento com o SAD PACIFICADOR, já que esse SAD é dependente dos dados fornecidos pelo servidor UNS instalado no sítio mestre (master site) do Sistema.

A solução apresentada com base no emprego do modo convencional do SRDT, utilizando a repetidora GTR 8000 com a finalidade de ampliar o alcance da rede rádio, é perfeitamente integrável ao Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre (SC<sup>2</sup> F Ter) e pode ser utilizado dentro do Sistema como mais uma opção aos Sistemas Táticos principais, como sua possível instalação e operação junto ao Módulo de Telemática Operacional (MTO), por exemplo.

Outra possibilidade de emprego vislumbrada no horizonte que pode ser dado ao sistema convencional é quanto ao uso dos rádios SRDT embarcados em viatura blindada, como as Viaturas Blindadas de Transporte de Pessoal Média sobre Rodas (VBTP-MR) Guarani. Nesse caso, a GTR 8000 pode ser pré-posicionada no terreno para dar apoio aos rádios embarcados ou instalada a bordo de viatura específica, como por exemplo, o possível desenvolvimento de uma versão do Guarani especializada em comunicações.

Um aspecto muito importante a ser considerado é quanto a versatilidade do material SRDT associado ao seu custo operacional e de aquisição muito inferiores aos materiais (de campanha) utilizados pelos Sistemas de Comunicações Táticas, aliados a robustez, que apesar de não seguirem padrões militares, obedecem a padrões rígidos voltados ao segmento de segurança pública, incluindo a segurança da informação, através do uso de criptografia.

Para finalizar vale lembrar que, embora o presente estudo trate do emprego do SRDT em modo convencional, nada impede que os equipamentos utilizados possam também ser configurados para operação em modo troncalizado alternadamente, utilizando geoposicionamento proporcionado pela

infraestrutura do sistema (master site), como supramencionado. Com isso, abre-se a possibilidade de uso de todos os SAD adotados pelo Exército Brasileiro ao mesmo tempo que se amplia o leque de emprego do SRDT, gerando mais uma opção de emprego das comunicações no ambiente tático, não obstante a sua capacidade de integração a outros meios de comunicações, inclusive de outros órgãos, o que acrescenta maior capacidade ao Exército Brasileiro em se tratando de operações no amplo espectro.

## 5. REFERÊNCIAS

MOTOROLA SOLUTIONS: APX 1000, 2000 & 4000 Basic Service Manual. Disponível em: <<http://manuals.repeater-builder.com/mo-files2/APX%20Series/APX1000%202000%204000Li%20Basic%20Service%20Manual%2068012004056.pdf>>. Acesso em: 8 de julho de 2022.

MOTOROLA SOLUTIONS: GTR 8000 BASE RADIO – ASTRO 25 INTEGRATED VOICE AND DATA. Disponível em: <<http://manuals.repeater-builder.com/mo-files1/GTR8000%20user%20manual%206871022P86-A.pdf>>. Acesso em: 8 de julho de 2022.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS: Conector Motorola APX com C2 CMB. Disponível em: <<https://10.67.4.141/conector-motorola-apx/installadores>>. Acesso em: 11 de julho de 2022.

SAVIS – EMBRAER DEFESA E SEGURANÇA: Apostila de Treinamento Projeto SISFRON – Fase Piloto. Disponível em: <<http://10.67.4.141/c2cmb/>>. Acesso em: 15 de julho de 2022.

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS: Integração C2 CMB e GCB. Disponível em: <<http://10.67.4.141/integracao-c2cmb-gcb/>>. Acesso em: 19 de julho de 2022.

