

GESTÃO DA MANUTENÇÃO EVOLUTIVA DO SISTEMA RADIO DIGITAL TRONCALIZADO UTILIZADO PELO EXÉRCITO BRASILEIRO

MANAGEMENT OF THE EVOLUTIVE MAINTENANCE OF THE DIGITAL RADIO SYSTEM TRUNKED USED BY BRAZILIAN ARMY

Rafael Villar Oliveira¹
Raphael Alves da Silva²

RESUMO

O presente estudo procura fazer um estudo da manutenção evolutiva do Sistema Radio Digital Troncalizado (SRDT) P25 utilizado pelo Exército Brasileiro (EB) e adotado pelo Ministério da Defesa (MD) como a solução de interoperabilidade tática de comando e controle no âmbito das Operações de Cooperação e Coordenação com Agências. O SRDT P25 foi implantado no EB a partir do ano de 2012, com o estabelecimento da fase 1 e, posteriormente, sofrendo uma manutenção evolutiva para a fase 2. Características foram alteradas e funcionalidades foram acrescentadas. O Sistema ampliou sua capacidade, adequando-se aos usuários. Cabe a esta investigação detalhar e verificar se o sistema atende a demanda do EB e do MD, bem como se suas capacidades atendem a seus usuários de forma efetiva e eficiente.

Palavras-chave: APCO25, P25, Manutenção evolutiva. Sistema radio digital troncalizado.

ABSTRACT

The present study seeks to make a study of the evolutive maintenance of the P25 Digital Radio System Trunked (SRDT) used by the Brazilian Army (EB) and adopted by the Ministry of Defense (MD) as the tactical interoperability solution for command and control in the scope of Operations Cooperation and Coordination with Agencies. The SRDT P25 was implemented in the BS from 2012, with the establishment of phase 1 and subsequently undergoing evolutionary maintenance for phase 2. Characteristics were changed, and functionalities were added. The System expanded its capacity, adapting itself to the users. It is up to this investigation to detail and verify if the system meets the demand of the EB and the MD, as well as if its capacities serve its users effectively and efficiently.

Keywords: APCO25, P25, Evolutive maintenance, Digital Radio System Trunked

¹Capitão de Comunicações da turma de 2009. Pós-graduado *lato sensu* em Guerra Eletrônica pelo Centro de Instrução de Guerra Eletrônica em 2012. Realizou o Curso de Extensão de Gestão de Manutenção de Comunicações na Escola de Comunicações em 2013.

²Capitão de Comunicações da turma de 2007. Pós-graduado *lato sensu* em Guerra Eletrônica pelo Centro de Instrução de Guerra Eletrônica em 2012. Pós-graduado *lato sensu* em Ciências Militares pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais em 2017.

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa destina-se a realizar um estudo sobre a gestão da manutenção evolutiva do Sistema Radio Digital Troncalizado (SRDT) P25, com equipamentos fabricados pela empresa *Motorola Solutions*, adotado pelo Exército Brasileiro (EB) através do Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²), definido como a solução de interoperabilidade tática de Comando e Controle do Ministério da Defesa (MD), destinado para as Operações de Cooperação e Coordenação com Agências.

O estudo dará ênfase na análise da manutenção evolutiva do SRDT P25, caracterizado pela comparação entre as fases 1 e 2, abordando as mudanças acrescentadas ou modificadas no sistema em virtude das necessidades dos usuários, bem como apresentará algumas possibilidades abrangidas por ele ao usuário final.

O *Manual de Operações do Exército Brasileiro* (BRASIL, 2017) define que as Operações de Cooperação e Coordenação com Agências são aquelas que normalmente ocorrem nas situações de não guerra, nas quais o emprego do poder militar não envolve o combate propriamente dito, exceto em circunstâncias especiais. Subdivide-se, ainda, em operações de garantia dos poderes constitucionais, garantia da lei e da ordem, atribuições subsidiárias, prevenção e combate ao terrorismo, sob a égide de organismos internacionais em apoio à política externa em tempo de paz ou crise e outras operações em situação de não guerra.

De 2007 a 2016, o Brasil sediou diversos eventos de repercussões internacionais, de planejamentos complexos, com o envolvimento de órgãos e instituições governamentais e não governamentais. Tais eventos, denominados “Grandes Eventos”, também são inseridos neste contexto das Operações de Cooperação e Coordenação com Agências, conforme a Publicação do Comando de Operações Terrestres (COTER) *Grandes Eventos: O legado* (BRASIL, 2018).

Diante da necessidade de garantir o Comando e Controle, de combater a baixa interoperabilidade entre os diferentes sistemas de comunicações envolvidos e permitir um oportuno sistema de apoio a decisão (SAD), o Ministério da Defesa realizou um estudo detalhado e publicou o *Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²) – Conceito de Operações - MD31-S-02* (2015), e adotou oficialmente o SRDT P25 como o Sistema de Comunicações para estas Operações.

O estudo da presente pesquisa é relevante para o meio militar, pois diante do exposto cresce a importância de um conhecimento profundo acerca do sistema, com ampla utilização de suas funcionalidades e capacidades, assim como efetivos ciclos manutenção e uma cadeia logística adequada. Cabe ressaltar, ainda, que o Exército utiliza o SRDT desde 2012, iniciando na fase 1 e posteriormente migrando para a fase 2. O sucesso deste sistema nas mais diversas Operações e suas diversas possibilidades foram subsídios fundamentais para a escolha do P25 pelo Ministério da Defesa.

Coube desde ao início ao Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (CCOMGEx), atual Comando de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército, a responsabilidade de tomar as medidas necessárias para aquisição e implementação do SRDT P25, bem como realizar gestões sobre sua cadeia logística, ciclo de vida útil e manutenção, elaborando normas para garantir a eficiência do sistema como um todo.

De acordo com o *Manual de Ensino Gerenciamento da Manutenção (EB60-ME-22.401)* (2017), Manutenção é conjunto de atividades executadas visando a manter o material em condição de utilização durante todo o seu ciclo de vida e, quando houver avarias, restabelecer essa condição. É também a combinação de ações técnicas, administrativas e de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um equipamento em condições de desempenhar, eficazmente, as funções para as quais foi projetado e representa, ainda, um conjunto de ações sistemáticas e procedimentos que visam a otimizar as condições originais dos equipamentos, introduzindo melhorias para evitar a ocorrência ou reincidência das falhas e reduzir os custos.

O foco do presente trabalho é a manutenção evolutiva e sua definição está relacionada a um projeto de melhoria funcional. Tal conceito usualmente é aplicado para softwares e trata de inclusão de novas funcionalidades ou ferramentas em aplicações implantadas. A manutenção evolutiva tem por finalidade acrescentar novas funcionalidades a um produto e melhorar sua qualidade de forma a atender a demanda dos usuários e os avanços tecnológicos. (CARDIM, 2007).

1.1 PROBLEMA

Há, atualmente, nas Forças Armadas (FA) e no MD, vários sistemas, instalados ou em processo de obtenção, que podem contribuir para a formação da consciência

situacional compartilhada. Cada sistema tem sua missão e seu propósito, propiciando informações nos níveis estratégico, operacional e/ou tático. Conseqüentemente, identificar e integrar as informações dos sistemas torna-se uma tarefa complexa. (BRASIL, 2015).

O *Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²) – Conceito de Operações - MD31-S-02* adotou o SRDT P25 no âmbito do MD pois baseou-se na seguinte premissa:

[...] Uma solução que permita o intercâmbio de informações operacionais entre o MD, as Forças e, eventualmente, outras organizações, por intermédio de seus Sistemas de Comando e Controle (SisC²), constitui um passo primordial na busca pela interoperabilidade de Comando e Controle (C²) e, mais especificamente, no processo de formação do entendimento da situação corrente. (2015).

A decisão do MD em adotar e padronizar o SRDT P25 nas Operações de Cooperação e Coordenação com Agências, o advento tecnológico das telecomunicações, a necessidade de consciência situacional, a importância do Comando e Controle nos diversos níveis, a interoperabilidade, são alguns dos fatores primordiais para análise deste sistema de comunicações. Torna-se fundamental que o SRDT P25 seja capaz de passar por manutenções evolutivas, incorporando seu sistema com as necessidades dos usuários. A capacidade adaptativa destes equipamentos permite sua utilização de forma eficiente e eficaz, e ainda estende seu ciclo de vida útil.

Partindo desta premissa, quais as diferenças do SRDT P25 fase 1 e fase 2? A manutenção evolutiva ocorrida no SRDT P25 do Exército foi eficiente? O sistema atende a necessidade dos usuários? O sistema deve receber nova manutenção evolutiva?

1.2 OBJETIVOS

A seguir têm-se os objetivos, geral e específicos, a que o trabalho propõe atingir:

1.2.1 Objetivo Geral

Compreender a manutenção evolutiva ocorrida no SRDT P25, analisando suas características, possibilidades e propondo melhorias se for o caso.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Conceituar manutenção evolutiva e apresentar suas premissas;
- b) Apresentar o SRDT P25 e suas fases;
- c) Realizar um estudo investigativo da manutenção evolutiva ocorrida no SRDT P25, fase 1 e 2.
- d) Analisar a efetividade da manutenção evolutiva sofrida pelo SRDT.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

Atualmente o Exército Brasileiro tem atuado em diversas operações nos grandes centros urbanos, seja em apoio aos grandes eventos ou em apoio à segurança pública. Para coordenação dos meios de comando e controle, o SRDT é amplamente empregado pelas tropas.

O CCOMGEx desenvolveu o ciclo logístico de manutenção dos MEM CL VII, através das Normas Administrativas Relativas ao Material de Comunicações e Guerra Eletrônica (NARM Com GE), de forma a permitir ao usuário uma manutenção rápida, precisa e eficiente.

A manutenção evolutiva basicamente visa corrigir erros não detectados em testes, mudanças em requisitos de operação, evoluções de plataforma (hardware ou software) e evoluções do sistema devido às necessidades dos usuários. Ao prever este ciclo de manutenção é garantido ao usuário um sistema ou equipamento operando sempre conforme as necessidades de quem opera, um sistema que acompanha a evolução tecnológica e, ainda, garante a economia de recursos públicos por aumentar seu tempo de utilização.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa pretende apresentar de forma resumida, inicialmente, o que é manutenção evolutiva e, em seguida, realizar um levantamento de conceitos, características e aplicações.

Pretende-se, ainda, apresentar conceitos, as principais características e possibilidades do SRDT P25 utilizado pelo EB, bem como abordar suas fases. Será analisado a manutenção evolutiva do SRDT, comparando-se as fases 1 e 2 e serão apresentadas soluções acerca do tema.

Por fim, expor e compreender os resultados do presente trabalho e, se for o caso, propor soluções para a manutenção evolutiva do SRDT P25 do EB.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abordaremos, a seguir, os principais conceitos e características dos assuntos pertinentes à presente pesquisa, através de uma revisão sistemática da literatura. Em seguida, será sintetizado e compilado os dados obtidos por entrevistas realizadas com militares com experiência no assunto. Discussões acerca da temática serão apresentadas durante este desenvolvimento.

3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Nos próximos subcapítulos serão abordados conceitos, características e possibilidades acerca da Manutenção Evolutiva e do SRDT P25, bem como suas fases.

3.1.1 Manutenção Evolutiva

Sommerville (2006) destaca que a manutenção evolutiva significa aperfeiçoar um software ou sistema implementando novos requisitos, bem como melhorar sua estrutura e desempenho.

Existem quatro atividades de manutenção: corretiva, adaptativa, preventiva e evolutiva. As necessidades dos usuários se modificam ao longo da vida útil de um sistema, no qual novas capacidades e funcionalidades são requeridas. Quando estas novas requisições não são agregadas ao sistema, não há evolução e o mesmo se torna obsoleto. A manutenção evolutiva é atividade de modificar o sistema para atender a essas requisições. Esta atividade é responsável pela maior parte do esforço de manutenção. (PRESSMAN, 2009).

As atividades da manutenção evolutiva originam-se através de solicitações de melhoramento, adição de funcionalidades, mudanças no formato dos dados de entrada e adaptação a novas regras e necessidades dos usuários. (FURTADO, 2007).

As consequências da falta de manutenção evolutiva levam um sistema a obsolescência, ocasionando falta de itens de reposição, falta de suporte técnico, vulnerabilidades técnicas, improdutividade, ineficiência, dentre outros aspectos que comprometem o seu uso. (VIEIRA, 2018).

Ainda sobre manutenção evolutiva, Novelletto (1999) diz que a metodologia de desenvolvimento de um sistema deve:

Analisar o impacto das mudanças como inclusão de novos requisitos e identificar a partir de que fase serão iniciadas as alterações no projeto. Realizar a manutenção, com o objetivo de evolução do sistema incluindo os novos requisitos. Registrar as mudanças, para posterior utilização de experiências passadas e alteração caso sejam novamente gerados os módulos. Realizar os testes, baseando-se no documento metodologia de testes de sistemas, e comunicar os envolvidos. (NOVELLETTO, 1999).

3.1.2 O SRDT P25

O SRDT P25 é um sistema de radiocomunicação digital, por meio do qual um usuário de rádio móvel pode fazer chamadas facilmente em uma ampla área geográfica. Permite que usuários de zonas distintas sejam combinados em grupos de conversação. É um sistema troncalizado, composto por uma complexa rede de servidores e estações de trabalho, recursos de rede local (LAN) e rede remota (WAN) de alta velocidade, sofisticados elementos de software para bancos de dados e gerenciamento e equipamentos de radiofrequência (RF). (MOTOROLA SOLUTIONS, 2006).

O sistema rádio troncalizado, é regulamentado pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) como serviço móvel especializado (SME), e constitui-se em um sistema rádio-celular em que uma Estação Rádio-Base (ERB), conhecida também como Site, tem a cobertura de 30 a 40 Km de raio máximo, tendo como característica principal o gerenciamento eficiente do espectro de frequências disponíveis. (VALENTE, 2009).

O padrão APCO 25, ou simplesmente P25, foi adotado em 1989, quando a “Associations of Public-Safety Communication Official-Internacional” (APCO/Internacional), nos Estados Unidos, formou um grupo de trabalho

denominado, APCO Project 25, para a confecção de um SRDT, voltado para o atendimento das necessidades de Segurança Pública. (SOUZA, 2003, apud SANTOS, 2018).

O SRDT se caracteriza pela alocação dinâmica de uma reduzida quantidade de frequências para muitos usuários, ou seja, ocorre um compartilhamento de frequências entre os clientes do sistema. Ele possui componentes capazes de gerenciar o fluxo de chamadas sem a necessidade de o usuário intervir no processo. Pode-se dizer que tanto no sistema de telefonia fixa, quanto no SRDT, o usuário realizará sua chamada sem saber o canal ou frequência que foi destinada a ele. Ele possui ainda importantes características, tais como: otimização do espectro, privacidade, proteção de acesso, possibilidade de gerenciamento através do controlador do sistema, desativação do receptor por interferência ou perda de potência, dentre outras características relevantes. (KOFRE, 2016).

Para Almeida (2016), soma-se as características já citadas: a capacidade de prover comunicações confiáveis, interoperabilidade, eficiência e otimização na utilização do espectro magnético. É um sistema que oferece confiabilidade, simplicidade, continuidade, rapidez e integração as Operações em ambiente urbano ao Exército Brasileiro. (ALMEIDA, 2016).

O SRDT pode alocar nos canais de radiofrequência as mensagens em modo analógico ou digital. O acesso múltiplo das estações também pode ocorrer, em diferentes modalidades, seja por Acesso Múltiplo por Divisão de Frequências (FDMA), Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA) ou Acesso Múltiplo por Divisão de Código (CDMA). (AMARAL, 2006).

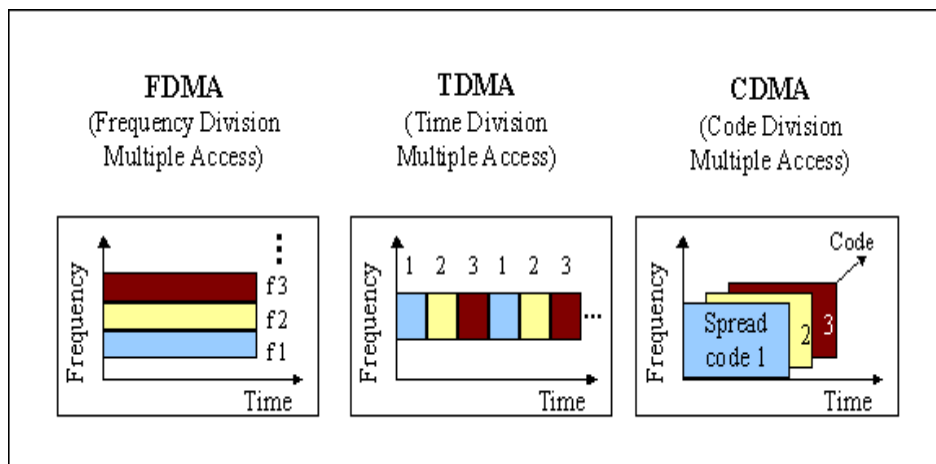


Figura 1: FDMA, TDMA e CDMA

Fonte: Sítio eletrônico da International Telecommunication Union. Acesso em 4 jun. 2018.

3.1.3 Fases 1 e 2 do SRDT P25

O P25 foi elaborado para ser um sistema espectralmente eficiente, se comparado aos tradicionais canais analógicos de banda larga, sendo implantado em 2 fases. A fase 1 é caracterizada pelo método de acesso ao canal FDMA (Frequency Division Multiple Access ou Múltiplo Acesso por Divisão de Frequência). Basicamente o FDMA divide o espectro em vários canais com uma determinada largura de banda e que, durante uma chamada, torna esses canais restritos a essa mesma chamada. (HARTE, 2006).

O P25 Fase 1 destaca-se por possuir o espaçamento de canal de 12,5 kHz. Este espaçamento é duas vezes mais eficiente que os canais analógicos de banda larga tradicionais, que geralmente usam 25 kHz. Pode ser utilizado no modo convencional e troncalizado. (TAIT COMMUNICATIONS, 2015).

Tendo como objectivo aumentar a capacidade das redes móveis, na Fase 2 implementou-se o TDMA (Time Division Multiple Access), característico pelas suas timeslots. Com esta técnica, um canal deixou de ser exclusivamente utilizado por um utilizador durante todo o tempo em que uma chamada está em curso e passou a ser possível transmitir várias chamadas pelo mesmo canal. (HARTE, 2006).



Figura 2: Comparação Fase 1 (FDMA) e Fase 2 (TDMA)
 Fonte: TAIT COMMUNICATIONS, 2015.

O P25 Fase 2 possui canais com 12,5 KHz com TDMA (Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo), tendo como resultado dois canais lógicos por canal físico. Portanto, a equivalência alcançada é de 6,25 KHz, duas vezes mais eficiente que o P25 Fase 1. São dois canais efetivos de tráfego de voz por cada canal da estação base de 12,5 KHz (6.25 KHz cada). (TAIT COMMUNICATIONS, 2015).

Como consequência, também temos a maior vida útil das baterias, uma vez que somente transmitem em metade do tempo. A fase 2 somente está disponível em sistema troncalizado e digital. Ela foi projetada para garantir a compatibilidade dos equipamentos da Fase 1, isto é, permite a interoperabilidade de ambos sistemas. Agências com rádios da Fase 1 podem usar um sistema da Fase 2. (TAIT COMMUNICATIONS, 2015).

Os rádios projetados para a Fase 2 precisam ter as funcionalidades da Fase 1. Dependendo da funcionalidade, o sistema Fase 2 utiliza funcionalidades da Fase 1 para maior eficiência. Por exemplo, dados em geral operam no modo da Fase 1. O canal de controle do *Master Site* opera sempre no modo da fase 1. O sistema é inteligente a tal ponto que os canais de tráfego podem ser alocados dinamicamente como Fase 1 ou 2, dependendo dos rádios envolvidos na chamada. Tais características garantem um sistema mais amplo e interoperável. (TAIT COMMUNICATIONS, 2015).

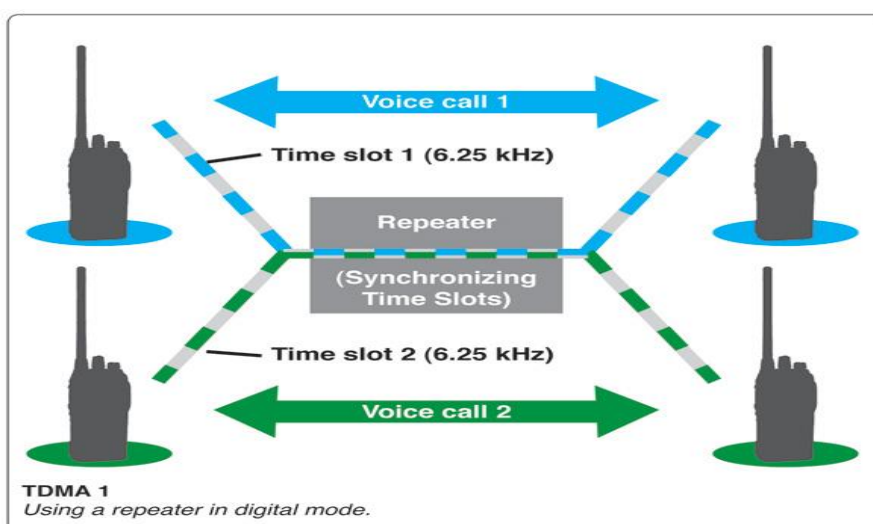


Figura 3: Comunicação rádio em TDMA

Fonte: Sítio eletrônico Icom America. Acesso em 5 jun. 2018.

Por fim, destacamos que o SRDT Fase 2 tem capacidade de controle interativo de saída de potência e pode interromper a transmissão contínua das unidades de assinantes de forma remota. Também tem incorporado a funcionalidade *Over The Air Programming* (OTAP), que permite a programação de rádios de forma remota (via RF). (TAIT COMMUNICATIONS, 2015).

3.2 ENTREVISTAS

Após a investigação por meio de pesquisas bibliográficas, foram entrevistados Oficiais da Arma de Comunicações do EB, especialistas em áreas atinentes ao presente trabalho, conforme o quadro abaixo:

Especialistas		
Posto e Nome	Cursos e Estágios	Experiências Profissionais
Cap Adão	Curso de Extensão de Manutenção de Comunicações	Instrutor e Chefe da Seção de Manutenção de Comunicações da Escola de Comunicações.
Cap Marcelino	Curso Básico de Guerra Eletrônica	Comandou a Cia Com Bda/ BEsCom, SU que possui rádios P25. Trabalhou com o emprego destes materiais nos Jogos Olímpicos Rio 2016.
Cap Herald	Curso Básico de Guerra Eletrônica; Estágio de Emissões Eletromagnéticas	Participou de diversas Operações enquanto serviu no BEsCom (de 2011 a 2014), tais como Operações de Pacificação (Complexo de Favelas do Alemão e Maré), Rio + 20, Jogos Mundiais Militares, Olimpíadas, Copa do Mundo, etc.
Cap Francisquini	Pós-Graduação em Engenharia de Redes de Informática	Participou de diversas Operações enquanto serviu no BEsCom (de 2012 a 2014), como Chefe da Seção de Tecnologia, Informações e Comunicações. Foi gestor da Rede de Área Metropolitana do 2º CTA.
Cap Alexssander	Estágio de Programação e Operação de Eqp Rad Falcon 2	Comandante atual da Cia Com Bda/ BEsCom, SU que possui rádios P25.
1º Ten Santiago	Curso de Gestão de Sistemas Táticos de Comando e Controle, Curso da Motorola e Estágio Motorola SRDT e MASTERSITE	Trabalhou com o emprego de Rádios P25 nos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio 2016, Operação São Francisco (Complexo de favelas da Maré), na Copa do Mundo Rio 2014, e em Operações de GLO no Estado do Rio de Janeiro.
1º Ten Estevam	Curso de Programação e Operação de Eqp Rad Família Falcon	Trabalhou com o emprego de Rádios P25 nos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio 2016, na Copa do Mundo Rio 2014, e em Operações de GLO no Rio de Janeiro.

Quadro 1: Especialistas

Fonte: o autor.

Ao serem questionados sobre a Manutenção Evolutiva sofrida pelo SRDT P25 da Fase 1 (FDMA) para a Fase 2 (TDMA), a todos a julgaram como eficiente. O Cap Francisquini, Cap Adão e o 1º Ten Santiago destacaram a otimização do espectro proporcionada pelo TDMA, com a capacidade dobrada para canais de conversação. O Cap Adão ainda destacou a diminuição das interferências ao sistema.

Quando perguntados, no que diz respeito a capacidades e funcionalidades, sobre o emprego do SRDT Motorola P25 pelo EB para Operações em ambientes urbanos, os entrevistados trouxeram alguns pontos de vistas. O Cap Marcelino realçou que a integração entre o P25, o software Pacificador e o sistema de monitoramento por câmeras de vídeo possibilitaram o aumento da consciência situacional por parte dos Comandantes e Estados-Maiores, bem como contribuiu para um Comando e Controle eficiente com as tropas empregadas. O Cap Adão reforçou a idéia do Cap Marcelino, dando ênfase a funcionalidade do GPS atrelada a integração com sistemas de georeferenciamento empregados pelo EB. O Cap Francisquini ressaltou que o SRDT Motorola trouxe melhorias significativas quanto a interoperabilidade, pois a *motobridge* (solução da Motorola para interoperabilidade por IP) permite a ligação de rádios APCO 25 (P25) com outros protocolos rádios. Abordou ainda outras funcionalidades implementadas na Fase 2, tais como o aplicativo *Wave*, o qual permite que um celular entre em determinada rede rádio e possa se comunicar. Todos foram unânimes que o sistema está adequado e é extremamente eficiente para operações em ambientes urbanos.

No que diz respeito a escolha do Ministério da Defesa pelo SRDT Motorola APCO25 como a solução de interoperabilidade tática de Comando e Controle destinado para as operações de cooperação e coordenação com Agências, o Cap Herald, o 1º Ten Estevam e 1º Ten Santiago dizem que o sistema já possui as funcionalidades adequadas para atingir a esta demanda. Cap Marcelino acredita que deve haver uma manutenção corretiva, visando a correção de *bugs* na utilização do software Pacificador, mas também considera as funcionalidades adequadas no que diz respeito a manutenção evolutiva. Cap Francisquini, Cap Adão e Cap Alexssander destacam que o sistema possui as capacidades adequadas, contudo possui funcionalidades que deveriam ser mais utilizadas, tais como: *Over The Air Programming* (OTAP), Aplicativo *Wave* e *Fleetmapping*. Todos destacam a importância de que mesmo adequado quanto a funcionalidades e capacidades para os requisitos do EB e do MD, o SRDT deve ter sempre condições de sofrer

manutenções evolutivas, principalmente que garantam a maior otimização do espectro.

Encerrando as entrevistas, os especialistas ratificaram a importância da interoperabilidade de um sistema de comunicações para as forças de segurança. Um sistema deve sempre evoluir de forma a garantir esta interoperabilidade, pois caso contrário tende a obsolescência. Creem na necessidade de expansão do sistema a fim de garantir uma maior área de cobertura. O Cap Adão reforça que as funcionalidades do SRDT P25 Fase 2 devem ser amplamente utilizados. Ferramentas que permitem a monitoração dos rádios do SRDT pelo terminal despachante, a programação dos rádios pelo ar (OTAP), o posicionamento por GPS e a integração com sistemas de consciência situacional contribuem significativamente ao Comando e Controle de uma Operação.

4. CONCLUSÃO

Quanto às questões de estudo e objetivos propostos ao início deste trabalho, conclui-se que a presente investigação atendeu ao pretendido estudo sobre a gestão da manutenção evolutiva do SRDT P25, sistema definido como a solução de interoperabilidade tática de Comando e Controle do Exército Brasileiro e do Ministério da Defesa (MD), destinado para as Operações de Cooperação e Coordenação com Agências.

Observamos que o SRDT é um sistema altamente eficiente, principalmente no que diz respeito a utilização do espectro eletromagnético e na sua ampla capacidade de propiciar comunicações para muitos usuários. Ele abrange diversos princípios de emprego das comunicações, nos quais destacamos a confiabilidade, continuidade, flexibilidade, tempo integral e segurança.

A Fase 2, evolução da Fase 1, melhorou ainda mais um sistema que já se mostrava eficiente. Com a capacidade de integrar todos equipamentos da Fase 1, tornou o sistema mais amplo e trouxe novas funcionalidades capazes de contribuir com a consciência situacional de uma Operação.

Diante das características e possibilidades do SRDT P25 Fase 2, percebe-se que a decisão do MD em adotar este sistema como solução de interoperabilidade nas suas Operações foi acertada. É um passo fundamental adotado para garantir o efetivo Comando e Controle de uma Operação Interagências.

Como oportunidade de melhoria, verifica-se a necessidade de ampla utilização das capacidades do SRDT P25 Fase 2. A ferramenta OTAP (*Over The Air Programming*), que permite que um rádio receba configurações de forma remota, via radiofrequência (RF), poderia ser mais utilizada. Atualmente esta ferramenta não é utilizada pelo EB.

Outra ferramenta que atualmente vem sendo empregada, porém ainda de forma embrionária, é o aplicativo *Wave*. Ele permite que um celular conectado a internet entre em uma rede-rádio do SRDT e fale diretamente com um usuário daquela rede. Isso permite que, por exemplo, um Comandante na cidade de Brasília, através de seu celular, fale diretamente com um usuário empregado numa Operação militar na cidade do Rio de Janeiro e em seguida fale com outro usuário na cidade de Porto Alegre, ambos pelo rádio. É mais uma confirmação da capacidade de interoperabilidade do SRDT. Esta ferramenta foi utilizada recentemente na Operação Atlântico V, pela Companhia de Comando e Controle, que envolvia o transporte de blindados do Estado do Paraná para o Distrito Federal.

Funcionalidades ligadas ao georeferenciamento mostraram-se extremamente efetivas para o EB no contexto das Operações de GLO e Grandes Eventos. O software *Pacificador* trouxe uma consciência situacional ao responsável pelas Operações, jamais vista anteriormente. Cada operador tinha seu posicionamento locado em tempo real em uma grande tela exibida no respectivo Centro de Operações. O comandante tinha a capacidade acompanhar as ações e tomar qualquer medida que achasse conveniente.

A presente pesquisa concluiu ainda que o Cmdo ComGEx desenvolveu o ciclo logístico de manutenção dos MEM CL VII, no que tange a Manutenção Evolutiva do SRDT P25, de forma eficaz, precisa e eficiente. A manutenção que se iniciou na Fase 1 e ampliou-se para a Fase 2 garantiu a modernização do sistema e embarcou funcionalidades extremamente úteis para o emprego de forças de segurança. O principal destaque é a utilização eficiente do espectro eletromagnético, uma vez que atualmente faixas de frequências de telefonia celular, por exemplo, são leiloadas por bilhões de reais.

Um ciclo de Manutenção Evolutiva bem realizado garante ao usuário um sistema operando sempre conforme as necessidades de quem opera, acompanhando as evoluções tecnológicas e garantindo a extensão de sua vida útil.

Por fim, concluímos que a Manutenção Evolutiva do SRDT Fase 1 para a Fase 2 ocorreu de forma eficiente. O Cmdo ComGEx tem realizado gestões junto a empresa *Motorola Solutions* a fim de garantir a manutenção geral do sistema. Atualmente, no que diz respeito a capacidades e funcionalidades, vimos que o SRDT atende as demandas do EB e do MD, como solução de interoperabilidade, comando e controle para Operações no território Brasileiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Hamilton Rodrigo Gomes do Amaral Santiago de. **Um estudo do emprego do SRDT na operação Copa do Mundo 2014 no Rio de Janeiro e sua atual capacidade de emprego na operação das Olimpíadas no Rio de Janeiro**. 2016. 45 f. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Comunicações como requisito parcial para a conclusão de Pós-Graduação *Latu Sensu* em Gestão de Sistemas Táticos de Comando e Controle, Escola de Comunicações, Brasília, 2016.

AMARAL, Cristiano Torres do. Projeto 25: Padrão de rádio troncalizado digital para Segurança Pública. **TELECO**, [S.], 25 dez. 2006. Disponível em: <<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialprojeto25/default.asp>>. Acesso em: 29 dez. 2017.

BRASIL. **A participação do Exército na segurança dos Grandes Eventos (Julho de 2007-Setembro de 2016) : O legado**. Brasília: Ministério da Defesa, 2015. Disponível em: <<http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/157>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

_____. **Sistema Militar de Comando e Controle (SISMC²) – Conceito de Operações - MD31-S-02**. Brasília: Ministério da Defesa, 2015. Disponível em: <<http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/1/1130>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

_____. **Manual de Ensino Gerenciamento da Manutenção: EB60-ME-22.401**. 1ª Ed. Brasília, 2017.

CARDIM, Maria do Carmo Silva Santos. **O processo de Manutenção de Software num Contexto de Full-Outsourcing**. 2007, 94f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2007.

EXÉRCITO BRASILEIRO: **Manual de campanha: comando e controle: EB20-MC-10.205**. ed. Brasília: Estado-Maior do Exército, EME, 2015.

_____: **Normas Administrativas Relativas ao Material de Comunicações e Guerra Eletrônica (NARM Com GE)**. Brasília: CCOMGEX, 2017.

FURTADO, Thiago Bellotti. **Evolução de software: fundamentos, processos e aplicação**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação). Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

HARTE, Lawrence. **Introduction to mobile telephone systems : 1G, 2G, 2.5G, and 3G wireless technologies and services**. 2a Ed. Fuquay-Varina, NC : Althos, 2006.

KOFRE. **Sistema de rádio digital P25**. [S.], [Disponível em: <<http://www.kofre.com.br/solucoes/sistema-trunking/sistema-digital-p25>>. Acesso em: 28 set. 2017.

_____. **Sistema Trunking**. [S.], [Disponível em: <<http://www.kofre.com.br/solucoes/sistema-trunking>>. Acesso em: 28 set. 2017.

MORAES, P. H. A. **Manutenção Produtiva Total: estudo de caso em uma empresa automobilística**. 2004. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Economia e

Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, São Paulo, 2004.

MOTOROLA SOLUTIONS. **Astro 25: Sistema Troncalizado de dados e Voz Integrados Versão 6.8/7.1.** [S. l. : s. n.]. Junho 2006.

NOVELLETTO, Douglas G.G. **Sistema para administração de arquivos e gerenciamento eletrônico de documentos para a FURB.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 1999.

PRESSMAN, R. S.: **Engenharia de Software.** 6a. ed. McGraw-Hill. 2009.

SANTOS, Leonardo Esquian dos. **O uso excepcional de faixas de frequências para o estabelecimento de redes de comunicações por local e períodos pré-determinados, autorizado pela ANATEL.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Escola de Comunicações. Brasília, 2018.

SOMMERVILLE, Ian. **Software engineering.** 9ª ed. Boston, 2006.

TAIT COMMUNICATIONS. **Introduction to p25.** 1ª ed. Nova Zelândia, 2015.

VALENTE, Nelcinei de Freitas. **Possibilidades e vulnerabilidades concernentes à guerra eletrônica (medidas de proteção eletrônica e medidas de ataque eletrônico) das tecnologias componentes do sistema rádio troncalizado em operações de garantia da lei e da ordem em área urbana, tendo como referência o município do Rio de Janeiro.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Instrução de Guerra Eletrônica. Brasília. 2009.

VIEIRA, Eduardo. **Cinco benefícios que justificam a modernização da indústria.**[S.l],[Disponível em: <<http://www.blsistemas.com.br/05-beneficios-que-justificam-a-modernizacao-da-industria>>. Acesso em: 09 jul. 2018.

APÊNDICE

ROTEIRO DA ENTREVISTA

1. Identifique seu Posto, Nome, Cursos/Estágios e Experiências Profissionais relevantes para a pesquisa.
2. O SRDT foi implementado no Exército Brasileiro no ano de 2012, com a implantação da Fase 1 (FDMA) e posterior migração para a Fase 2 (TDMA). O senhor avalia esta Manutenção Evolutiva sofrida pelo sistema como eficiente? Faça considerações, se julgar pertinente, sobre esta mudança.
3. O senhor trabalhou com o SRDT do Exército nas fases 1 e 2?
4. Como o senhor entende que esteja o emprego do SRDT Motorola P25 no Exército Brasileiro (EB) para as Operações em ambientes urbanos, no que diz respeito a capacidades e funcionalidades? Se possível, cite casos reais de emprego (ex: software Pacificador em grandes eventos, utilização eficiente do espectro eletromagnético, cobertura e etc).
5. O SRDT Motorola P25 foi definido como a solução de interoperabilidade tática de Comando e Controle do Ministério da Defesa (MD), destinado para as Operações de Cooperação e Coordenação com Agências. O senhor acredita que há alguma necessidade ou funcionalidade a ser acrescentada no sistema (manutenção evolutiva), a fim de atender a premissa citada?
6. Na opinião do senhor o SRDT Motorola P25 (fase 2) atende aos requisitos que se propõe para emprego no Exército Brasileiro e pelo Ministério da Defesa?
7. Sabendo que a manutenção evolutiva de um sistema faz com que ele não se torne obsoleto, o senhor gostaria de acrescentar mais alguma informação a essa pesquisa?