



APONTAMENTOS PARA ESTUDOS DO FUTURO DA DEFESA ANTIAÉREA DAS BRIGADAS BLINDADAS E MECANIZADAS NO BRASIL

Maj Art ALEXANDRE SERIO BUSCHER¹

A exponencial evolução tecnológica vivida no último século impactou severamente o ambiente de combate: tecnologias cada vez mais complexas passaram a ser agrupadas para a construção de sistemas de armas cada vez mais modernos e eficientes, fazendo frente às antigas, atuais e futuras ameaças. O país vive momento de inflexão no setor político e no militar, à luz das atividades do Subprograma Forças Blindadas, proporcionando uma visão holística acerca dos rumos das Brigadas Mecanizadas (Bda Mec) e Blindadas (Bda Bld). Além disso, avaliando erros do passado

e almejando cada vez maior autonomia e obtenção de tecnologias críticas no solo pátrio, discute-se maior participação das empresas da Base Industrial de Defesa (BID). É conduzida reflexão e são levantadas possibilidades para o futuro da Viatura Blindada de Combate Antiaérea (VBC AAe) que apoiaria as Bda Bld e a homóloga Média Sobre Rodas (VBC AAe – MSR) já prevista para desenvolvimento no Programa Estratégico do Exército Guarani, pensando na destinação do material atual, seus pontos fortes e de melhoria; avaliando as capacidades industriais nacionais atingidas até o momento;

¹Curso de Artilharia (AMAN, 2009); Artilharia de Costa e Antiaérea para Oficiais (EsACosAAe, 2012); Graduação em Engenharia Eletrônica (IME, 2017); Aperfeiçoamento Militar (EsAO, 2018); Estágio de Adaptação à VBC AAe Gepard 1 A2 (6ª Bia AAAe Ap, 2018); Chefe da Seção de Estudos e Projetos (Pq R Mnt/3, 2018); Adjunto do Centro de Operações de Suprimento e Manutenção (Pq R Mnt/3, 2019); Colaborador dos subgrupos Vtr SL e logística do GT Nova Couraça;



comparação com materiais em uso fora do Brasil; e, observando as possibilidades de destinação da frota apoiada. Verifica-se, mesmo não exaustivamente, que o país já reúne capacidades de integrar nacionalmente tão complexos sistemas, e que é possível aproveitar várias tecnologias ou equipamentos já atualmente empregados de forma esparsa pelo Exército Brasileiro. Evidentemente tratam-se de decisões de projeto onde devem ser avaliados conceitos como independência tecnológica, interesse de exportação, orçamento disponível, tempo de desenvolvimento e implantação entre outros.

1. INTRODUÇÃO

Um dos objetivos atuais do Estado-Maior do Exército (EME), conforme item 1.2.3 do Plano Estratégico do Exército 2020-2023, é reestruturar as Forças Blindadas, através de aquisições e/ou modernizações, visando a capacidade militar terrestre de superioridade no enfrentamento (BRASIL, 2019a).

Operacionalizando o plano, foi aprovada a Portaria Nº 162-EME, de 12 de junho de 2019, Diretriz Estratégica para a Formulação Conceitual dos Meios Blindados do Exército Brasileiro – Subprograma Forças Blindadas – SPrg F Bld (BRASIL, 2019b). Uma das metas descritas para o Subprograma é “minimizar o hiato tecnológico atual dos

componentes digitais e optrônicos embarcados nos blindados do Exército e demais sistemas das Viaturas Blindadas e Mecanizadas ou que tenham relação direta com seu emprego”.

Nesse ínterim, equipes de trabalho multidisciplinares do ODG, dos ODOP/ODS e da Força Terrestre tem discutido no âmbito do “Grupo de Trabalho Nova Couraça”, GT Nova Couraça, a atualização de requisitos operacionais, técnicos, logísticos, industriais, contratuais e várias outras documentação referentes à gestão do ciclo de vida dos materiais de emprego militar de forma sistêmica, para promover o atingimento desses objetivos.

Um dos pontos de estudo elencados nessa portaria é a “grande diversidade na Força Terrestre de tipos e famílias de blindados de diferentes origens, nacionais e estrangeiras”. E, ainda, dentro da concepção dos trabalhos do GT:

levantar estratégias, de médio e longo prazos, que estimulem a indústria brasileira a apresentar propostas de desenvolvimento de uma família de blindados, com base na efetiva participação do parque industrial nacional, tanto para o desenvolvimento de novos MEM blindados, quanto para a modernização e/ou revitalização dos blindados existentes (BRASIL, 2019b).



Longe de caráter taxativo e terminativo, este artigo busca promover reflexão acerca das futuras Viaturas Blindadas de Combate Antiaéreas Sobre Lagartas (VBC AAe) que acompanharão essa evolução das Brigadas Blindadas e das Viaturas Blindadas de Combate Antiaéreas – Médias Sobre Rodas (VBC AAe – MSR) que mobilizarão as Brigadas Mecanizadas. Considerar-se-á ainda a destinação da VBC AAe Gepard 1 A2, pautado por critérios logísticos, industriais e tecnológicos, sob a égide dos preceitos que norteiam o SPrg F Bld. Compuseram o escopo comparativos com materiais estrangeiros, as capacidades de desenvolvimento nacional de tecnologias e as já alcançadas.

Os critérios operativos eventualmente elencados também refletem opinião do autor, não se tratando necessariamente de requisitos operacionais elaborados para quaisquer sistemas de armas de interesse da Instituição. Pretende-se o aprofundamento e discussão do tópico para qualquer tomada de decisão, se assim se fizer necessário.

Atualmente, as Brigadas Mecanizadas não dispõem de viaturas especializadas para a missão antiaérea; já nas Brigadas Blindadas, foi introduzida a VBC

AAe Gepard 1 A2. Mesmo em se tratando de aquisição recente, o ciclo de vida do material, particularmente sua destinação, já deve ser pensado com antecedência, a fim de que haja planejada e controlada substituição, no intuito de que não sejam criados vácuos operativos. Conforme o parágrafo 1º do artigo 9º das Instruções Gerais para a Gestão do Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar (EB10-IG-01.018):

a fase de produção, utilização e manutenção se encerra quando o sistema ou material atinge o fim da vida útil ou, por motivos logísticos, doutrinários, técnicos ou por uma combinação desses, deixa de cumprir adequadamente suas funções [...] (BRASIL, 2016).

Os pontos elencados como vulnerabilidades do Gepard para fins desse estudo não obscurecem de forma alguma os ganhos operativos agregados pelo sistema de armas, amplamente divulgados e reconhecidos desde sua aquisição. Espera-se, em verdade, que seu apontamento seja motivador, que contribua num contexto de estudos e de melhoria contínua para que o ramo antiaéreo esteja sempre olhando e preparado para o futuro.



2. DESENVOLVIMENTO

De forma a melhor organizar as diversas temáticas aqui abordadas, será apresentado o sumário do estudo:

2.1 – Considerações iniciais sobre a VBC AAe Gepard 1 A2 BR;

2.2 – GT Nova Couraça;

2.3 – Linhas de ação para obtenção das plataformas VBC AAe e VBC AAe – MSR;

2.4 – Outras possibilidades técnicas e operativas;

2.5 – Outros tópicos logísticos e industriais;

2.6 – Considerações sobre o sistema TORC30;

2.1 Considerações iniciais sobre a VBC AAe Gepard 1 A2 BR

2.1.1 Idade do projeto e países operadores

Conforme o próprio sítio da empresa Krauss Maffei-Wegmann, os blindados Gepard foram entregues à Alemanha, Bélgica, Holanda e Romênia (KRAUSS, 2019). Informação notadamente desatualizada, uma vez que o Brasil recebeu o material há ao menos cinco anos.

Certamente tal incorreção não passaria despercebida se o produto se tratasse de carro-chefe da empresa. Outras fontes apontam como utilizadores atuais desse veículo, além de nosso país, a Romênia, a Jordânia e a Holanda (MILITARY, 2019).

A entrega do primeiro lote da VBC data de 1973. Na década de 1990 houve uma atualização, principalmente referente aos sistemas eletrônicos do carro; entretanto, parcela razoável desses sistemas permaneceu com os componentes originais puramente analógicos (CULLEN e FOSS, 1992, p. 71).

O fato de parte dos circuitos do carro possuírem componentes analógicos não é necessariamente uma desvantagem do ponto de vista tecnológico ou técnico. Os problemas surgem com o tempo: capacitores podem vazar/deteriorar, resistores e potenciômetros oxidar, indutores sofrer outros tipos de danos, transistores podem ter os ganhos modificados. Sistemas digitais também são vitimados pois, em última análise, também são formados por componentes analógicos.

Tal idade para aparelhos eletrônicos é fulminante em termos de desempenho. As falhas, mesmo que em componentes isolados, acarretam desvios da precisão ou comportamento esperados e seu acúmulo



acarreta erros de processamento. Este óbice foi verificado na prática, elencado nos estudos de Carneiro (2017, p. 130), apontado por parcela significativa dos entrevistados como uma limitação da viatura em seu emprego real durante os Grandes Eventos. Analogia simples em relação a esse tipo de falha por “fadiga” pode ser ilustrada observando-se a insatisfação que temos com o desempenho de nossos *smartphones* ao fim de poucos anos, apesar de estimar-se sua vida útil de 5 a 10 anos (MITCHEL, 2017 *apud* PAIANO, LAGIOIA e CATALDO, 2013).

Para um sistema de armas regido pela acurácia isto é indesejável. Então, devido à quantidade de substituições necessárias (cada componente de cada módulo, de cada subsistema de cada sistema) a solução seria obtida através da substituição praticamente completa dos módulos/sistemas do carro.

Agrega-se a essa análise, que a baixa quantidade de operadores e a baixa demanda de carros ocasiona desinteresse industrial de manter certas linhas de produção e manutenção, já que implica em altos custos (retenção de pessoal especializado, treinamento, manutenção de equipamento, espaço físico) conjugados à baixa expectativa de retorno financeiro.

Em termos de tecnologias operativas, a VBC não dispõe de aparelhos de visão noturna, assim, o modo de acompanhamento radar é o mais indicado para combates noturnos (RODRIGUES, 2013). Indo além, é interessante destacar que o radar é a única forma de acompanhamento automatizado de alvos pela viatura – apesar de a tecnologia de acompanhamento por imagem, termal ou TV, já estar disponível quando de sua modernização (os Equipamentos de Direção de Tiro FILA que mobíliam as Seções Antiaéreas de Canhões Bofors 40mm possuem tal capacidade, por exemplo).

Cita-se, ainda, que, por seu tempo em operação, suas assinaturas radar já constam em Bibliotecas de Emissões (BEM) de Guerra Eletrônica de diversos países. Isso facilita a identificação do equipamento permitindo ao inimigo estudar as melhores técnicas de degradação de seu emprego.

2.1.2 Concepção original de operação

Conforme aponta Military (2019), esse sistema de armas foi concebido para enfrentamento das ameaças de asa rotativa do Pacto de Varsóvia que ameaçavam as colunas de blindados da OTAN. Tal observação pode ser inferida também analisando-se a composição do sistema de armas: canhões



geminados 35mm Oerlikon modelo KDA – exceto pela munição AHEAD, todas as outras (HE-T/HEI-T, HE/HEI, SAPHEI/SAPHEI-T, APDS/FAPDS, TP-T/TP) tem por característica a detonação por impacto contra o alvo.

A taxa de acerto em aeronaves de asa fixa aumenta ao custo de rajadas maiores o que sacrifica o estoque de munição e obriga a unidade de tiro a sair de operação para executar o remuniamento – operação apontada como ponto fraco da VBC (CARNEIRO, 2017, p.130), por conta do tempo necessário para a operação e sua complexidade.

Ainda, apesar de o fabricante ter previsto uma integração com mísseis antiaéreos, o EB não dispõe de tal pacote. Portanto, fica evidente que a VBC, isoladamente, possui uma capacidade limitada de enfrentamento de ameaças relativamente ao esperado para operações no amplo espectro dos conflitos. É provável que por esse motivo a Bateria Gepard alemã era acompanhada por seções de mísseis portáteis Stinger (CARNEIRO, 2017, p. 86), como pode ser observado no detalhe da figura 1. Essa configuração, contudo, limita a atuação dos mísseis por não disporem dos mesmos sensores e nível de automação que o Gepard.

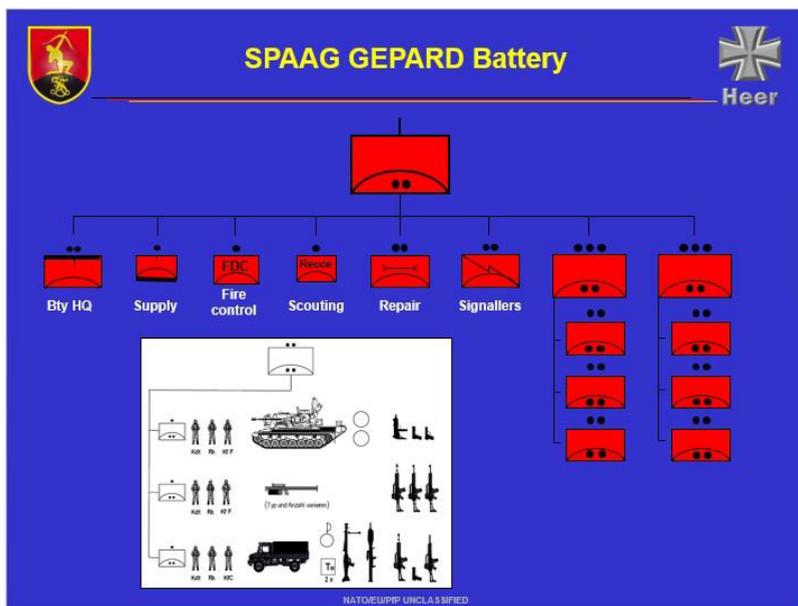


Figura 1: Bateria Gepard alemã.

Fonte: Carneiro, 2017 *apud* Deutschland, 2011.



2.1.3 Situação de operação no EB

A VBC AAe Gepard 1 A2 recebeu ainda a denominação “BR” por conta da tradução de algumas telas para o português e pela instalação de um “sistema de comando e controle” aptos para utilização interoperativa no âmbito EB. A instalação de 2 rádios RF-7800V da família Falcon III permite comunicação efetiva e com segurança com outros escalões, pela padronização do equipamento, e, principalmente, com os Centros de Operações Antiaéreas Eletrônicos (COAAe Elt). Esta evolução caracteriza-se como melhoria em comparação à aquisição da VBCCC Leopard 1 A5 que emprega os rádios nativos VRC-120S.

A VBC AAe, na versão alemã (dotada de equipamento rádio SEM-93), possuía elevada capacidade de coordenação antiaérea, sendo capaz de receber designações de seu COAAe, obter síntese radar – situação aérea local (CUNHA, 2018),

e, inclusive, de realizar a alternância/ programação de utilização do radar de busca (plano de emissões) no âmbito da seção no intuito de mitigar localização e atuação eletrônica inimiga (CARNEIRO, 2017, p. 72).

Entretanto, tais funcionalidades não podem ser exploradas no momento pois não se dispõe do protocolo de comunicação do sistema de controle e alerta nativos do veículo, e conseqüentemente, da própria República Federativa da Alemanha – *HflaAFüSys* (CUNHA, 2018). Apesar da proposta de Cunha (2018) de utilizar um *tablet* para interfaceamento do COAAe Elt com os Gepard, trata-se de uma integração manual, não desejável para operações na Era do Conhecimento, dada a alta probabilidade de erro humano e alto tempo de resposta (devido à inserção manual dos dados). A artilharia antiaérea requer alerta, análise, decisão e engajamento em reduzido espaço de tempo.



Figura 2: Exemplo da intercomunicação do sistema de controle e alerta.

Fonte: Cunha, 2018.



O carro ainda é dotado sistema GPS, cujas informações também não possuem utilidade conjuntural para nosso sistema de controle e alerta.

Nesse momento, portanto, não há aproveitamento da capacidade de vários sensores lançados no terreno, uma vez que os radares de vigilância e de busca dos COAAe não possuem *data link* com os radares de busca de cada unidade de tiro Gepard, tampouco há difusão das informações de IFF e geoposicionamento entre esses elementos.

Ainda sim constitui perigo significativo para quaisquer ameaças aéreas devido à sua mobilidade, baixo tempo de resposta unidade de tiro e a atual capacidade de comando e controle já obtida.

2.1.4 Custos de operação

O alto consumo de combustível é característica ainda não superada das tropas blindadas sobre lagartas, portanto não será relevante nessa análise, assim como necessidade de escolta e utilização de pranchas para movimentos longos, bem como, em locais urbanos com restrição ou cuja ocorrência de danos no entorno não é aceitável.

Em termos de manutenção, em que pese as dificuldades elencadas no tópico 2.1.1 devido à idade do projeto e da baixa demanda, a estrutura logística do Exército mantém-se na busca pela solução dos percalços que eventualmente surgem. O Parque Regional de Manutenção da 3ª Região Militar (Pq R Mnt/3), Organização Militar de referência na manutenção da família de blindados alemã (série Alfa) recebeu investimentos em equipamentos e treinamento, além de ter recebido também (nos últimos 3 anos) engenheiros militares da especialidade de eletrônica, que lhe tem permitido avançar na manutenção de alguns de seus módulos.

Porém, não há curso que especialize engenheiros e técnicos (manutenção eletrônica) em tal atividade, nem documentação de apoio dos fabricantes: cada sucesso depende do esforço, dedicação e estudo da equipe. Dessa forma, não se trata de solução global que combate o rol de itens com deficiência. Como exemplo, verifica-se na figura 4 abaixo, o trabalho de recuperação de inversores estáticos de frequência da rede, que teve bom índice de sucesso.



Figura 3: Estudo de sinais eletrônicos com engenheiros na VBC AAe Gepard.
Fonte: Pq R Mnt/3, 2019.

Também, ainda não há cursos regulares de especialização em manutenção mecânica e de armamento do carro, o que dificulta a consolidação de uma metodologia e disseminação dos conhecimentos e boas práticas em tais atividades no âmbito do Exército. Já há movimentação e estudos para reciclagem dos recursos humanos (novos cursos já em realização junto à KMW do Brasil) e a implementação de tais atividades no Centro de Instrução de Blindados.



Figura 4: Investigação e reparo utilizando equipamentos de diagnóstico universal no Pq R Mnt/3.
Fonte: Pq R Mnt/3, 2019.

Estes são alguns dos motivos pelos quais ainda há forte dependência do fabricante para subsistência da frota. A título exemplificativo verifica-se que, para o primeiro ano do contrato 0 2 4 / 2 0 1 7 - C O L O G / D M A T (COMANDO, 2017; referente à prestação de serviços para viaturas Leopard, Escola e Gepard), 49% da contratação mínima de manutenções preventivas – materiais e serviços – e 53% dos serviços de manutenção corretiva, o equivalente a € 1,374 milhão, destinam-se exclusivamente para metade da frota Gepard.

Excetuou-se dessas fatias contratuais a aquisição de peças para manutenção corretiva, uma vez que trata de valor compartilhado com os Carros de Combate Leopard, as viaturas escola e os Gepard. Foram retirados, também, os custos com assistência técnica, já que possui igual valor por hora contratada (Leopard e Gepard). Ou seja, os gastos com o sistema AAAe em tela superam o registrado acima tanto contratualmente quanto para as atividades executadas exclusivamente pelo Exército.



2.2 GT Nova Couraça

2.2.1 Premissas do GT Nova Couraça

O Subprograma Forças Blindadas é integrante do Programa Estratégico do Exército Obtenção da Capacidade Operacional Plena (Prg EE OCOP) e aponta na direção das Brigadas Mecanizadas e Blindadas. Vários dados técnicos interessantes são elencados no item 5.a. da Portaria nº 309-EME de 18 outubro de 2019 (BRASIL, 2019c), porém, destaca-se os mais atinentes ao escopo desse artigo:

[...] 4) Material:

[...] b) possibilidades e impactos do custeio de sistemas e materiais obtidos [...], considerando-se o ciclo de vida do SMEM;

c) modernização e obtenção de MEM, priorizando a Base Industrial de Defesa (BID);

d) redução do hiato tecnológico e da dependência externa de MEM a serem obtidos, por meio de maiores investimentos em C&T;

[...] f) impactos logísticos de novos SMEM na cadeia logística do Exército Brasileiro;

g) possibilidade de contratos de Off-Set, de acordo com a Portaria Nº 245-EME, de 6 AGO 19;

h) possibilidade de integração de sistemas de C² e C² em Combate nas VBC [...].

Em termos do tópico 5.b. Premissas ressalta-se:

3) Os estudos e propostas sobre aquisições e desenvolvimento de matérias seguirão o preconizado nas Instruções Gerais para a Gestão do Ciclo de Vid dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar (EB10-IG-01.018).

[...] 7) A equipe do estudo deverá trabalhar em coordenação com o Escritório de Projetos do Exército (EPEX) para garantir a interoperabilidade com os demais Programas Estratégicos do Exército.

8) Tanto quanto possível, o EV [Estudo de Viabilidade] deve contemplar a adoção de plataformas comum, a fim de propiciar a simplificação dos processos de suprimento e de manutenção, e a otimização dos recursos humanos, dos equipamentos e da infraestrutura de manutenção.

No tocante à amplitude (5.c.), os parágrafos 3) e 4) incluem no escopo do estudo as variantes de apoio das famílias de blindados sobre lagartas e também da Nova Família de Blindados sobre Rodas, portanto, cabível a discussão de uma Viatura Blindada de Combate Antiaérea Sobre Lagartas (VBC AAe) e uma Viatura Blindada de Combate Antiaérea – Média Sobre Rodas (VBC AAe – MSR).

Relativamente às restrições, salienta-se “2) Os estudos devem verificar a sustentabilidade logística para todo o ciclo de vida, identificando, se possível, o custo das soluções selecionadas ao longo dos próximos 10 (dez anos)”.



A avaliação de riscos destaca “4) Aquisição de SMEM cuja linha de produção encontra-se encerrada, que acarretará futura dificuldade de aquisição de suprimentos e, conseqüentemente, necessidade prematura de novas aquisições.”

Constata-se, assim, que não se trata apenas de adquirir MEM, mas sim, de aprofundado estudo de racionalização, planejamento e visão de futuro. Pesa nessa direção a prioridade para as “ações iniciais para um projeto de fabricação de um carro de combate (CC) com base no parque industrial nacional” (BRASIL, 2019b), contida na Diretriz Estratégica.

2.2.2 Possibilidades de dotação da tropa apoiada

Antes de se discutir pela repotencialização, modernização ou desfazimento do Gepard (e possível aquisição de nova plataforma), deve ser avaliada a decisão tomada com relação aos Carros de Combate (VBCCC) e de Fuzileiros (VBC Fuz) no ramo dos blindados sobre lagartas; e, de Transporte de Pessoal (VBTP) e outras como Reconhecimento (VBR), e/ou de Cavalaria (VBC Cav), e/ou Anticarro (VBCCAC), no caso dos blindados sobre rodas.

Isto dá-se pela característica de espinhas dorsais de suas Brigadas, constituindo a referência em termos de desempenho de deslocamento para todas as demais plataformas. Assim pretende-se atender ao fundamento mobilidade para emprego das unidades de defesa antiaérea (BRASIL, 2020).

No tocante às viaturas blindadas sobre rodas, está previsto o desenvolvimento de uma versão antiaérea média sobre rodas com base no chassi 6x6, dentro da Nova Família de Blindados Sobre Rodas, advinda do Programa Estratégico Guarani (Prg EE Guarani). Ademais, a Portaria Nº 014-EME, de 7 de fevereiro de 2020 (BRASIL, 2020), constituiu grupo de trabalho para iniciar os trabalhos de formulação conceitual dessa e de outras viaturas.

Já o futuro das VBCCC Leopard 1 A5 permanece em debate: são possíveis tanto a substituição – obtenção de novo SMEM), a modernização (atendendo a novos requisitos em relação à versão 1 A5), como ambas as alternativas, mobiliando os quartéis com os dois SMEM em diferentes proporções.

Para a alternativa de obtenção de novo SMEM por aquisição, é prudente avaliar a variante destinada à proteção antiaérea pertencente ao país de origem, para



então decidir-se por adquirir (exigindo-se integrações ao nosso sistema de comando e controle e sistema de controle e alerta). Aqui, pretende-se aventar e avaliar, ainda, o desenvolvimento de versões nacionais, aproveitando certas capacidades, como será observado nos tópicos seguintes.

Já para os casos que contemplam a modernização da plataforma Leopard 1 A5, há outras possibilidades envolvidas no contexto de obtenção por desenvolvimento nacional, mesmo da versão sobre rodas, que também se aplicam para modernização dos Gepard.

2.3 Linhas de ação para obtenção das plataformas VBC AAe e VBC AAe – MSR

2.3.1 Análise da linha de ação modernização da VBCCC Leopard 1 A5

2.3.1.1 Destinação do chassi, motorização e trens de rolagem

Esta opção certamente acarretará desenvolvimento de fornecedores locais para fornecimento de suprimento para esses conjuntos, modernizados ou não, para atender ao novo tempo de ciclo de vida esperado para esse carro de combate.

Nesse viés, conceder-se-á sobrevida aos chassis dos atuais Gepard 1 A2, devido à compatibilidade de componentes (larga lista de itens é intercambiável, incluindo todo conjunto de força e rolamento).

O investimento no chassi abre a possibilidade de modernização desta VBC AAe, cortando custos de projeto e sua duração, possibilitando focar em outras áreas de interesse para a atividade de defesa antiaérea, uma vez que o pacote de atualização do conjunto carcaça, trens de rolagem e motorização já viria praticamente completo da modernização dos Leopard.

2.3.1.2 Destinação dos sistemas de radares

Como abordado anteriormente, a idade dos radares é uma desvantagem em termos de demanda energética, tecnologias de supressão de lóbulos laterais e traseiro, desempenho de processamento, capacidade de enfrentamento de ambiente de Guerra Eletrônica, dentre outros.

O assunto é de tal importância e sigilo, que a Holanda, apesar de ter adquirido também as VBC Gepard, optou por utilizar outros radares, de fabricação daquela nação – daí a designação do blindado PRTL ou Gepard CA1 (CULLEN e FOSS, 1992, p. 70).



Dispondo dessas variáveis, e considerando que o Brasil já fabrica sistemas de detecção baseados em emissão de radiofrequência como o Saber M60, Sentir M20, além do desenvolvimento do Radar Multimissão M200, é razoável especular que a empresa nacional Bradar é capaz de desenvolver uma versão reduzida do M60 para instalação nessa nova plataforma. Soma-se a necessidade de desenvolvimento de um radar de direção de tiro para o sistema canhão, ou, inclusive, propor tecnologia mais sofisticada que atenda aos requisitos de múltiplos programas do Exército (AAe, SISFRON, vigilância terrestre), e quiçá da Força Aérea e Marinha.

Essa alternativa facilita a integração de nosso atual sistema de controle e alerta que é baseado justamente nos protocolos do M60 e do COAAe Elt nacional. Originando-se os novos radares dessa VBC AAe do mesmo fabricante ocorrerá a simplificação da cadeia de formação de recursos humano, unificação de sistemas e redução de tempo de reação de todo sistema de defesa antiaérea.

Isso também pode favorecer a integração com os sistemas da Força Aérea uma vez que quaisquer conflitos são solucionados apenas em um ponto de interfaceamento entre dois macrossistemas, e

não em vários, como temos atualmente, e que, por vezes gera perda de informações, e necessidade de transposição manual de dados.

2.3.1.3 Destinação do sistema de armas e computadores de tiro

Os canhões Oerlikon 35mm KDA (atualmente Rheinmetall) são armas de desempenho consagrado mundialmente, sendo possível, em caso de interesse e vida útil remanescente, seu aproveitamento no desenvolvimento de uma torre nacional. Questão desafiadora nesse ponto reside no custo de manutenção de cada arma, tomando-se como referência o contrato 024-COLOG/DMAT com a KMW.

Opção possível para o desenvolvimento nacional de nova torre é a redução de 2 canhões para 1. Dessa forma reduzir-se-ia os custos de manutenção por VBC além de dobrar a quantidade de armamento disponível (na possibilidade de todos estarem com boa vida útil remanescente e optar-se pela sua utilização numa plataforma nacional).

No entanto, essa opção implica na redução da probabilidade de acerto devido à diminuição no volume de fogos. Isso pode ser minimizado com a instalação de um kit,



disponibilizado pelo próprio fabricante (RHEINMETALL, 2020b), que possibilita a utilização da munição AHEAD – fragmentável e com tempo de detonação programável. Essa opção torna a arma capaz, inclusive, de engajar vetores aéreos com dimensões reduzidas (VANT, SARP, mísseis, *drones*).

A solução de agregar munições fragmentáveis com programação de detonação de forma a maximizar os efeitos sobre o alvo e reduzir a quantidade de tiros já é uma alternativa viável em vista a *benchmarking* com outros sistemas: MANTIS C-RAM (*Counter Rocket, Artillery and Mortar*) System, Millennium Naval Gun, Oerlikon Skyranger, Oerlikon Skyshield (estes quatro utilizam o mesmo canhão Rheinmetall 35mm KDG – figuras 5 e 6) e o Can AAe Au 40mm Bofors, são exemplos de sistemas que possuem eficiência com menores volumes de fogos



Figura 5: VBC AAe Oerlikon Skyranger (plataforma Boxer).
Fonte: Rheinmetall, 2020a.



Figura 6: Oerlikon Skyshield (MANTIS C-RAM).
Fonte: Rheinmetall, 2020a

Dadas essas observações, verifica-se que é possível utilizar os canhões, com as citadas ressalvas, em um modelo de desenvolvimento nacional de uma plataforma antiaérea embarcada.

No escopo de desenvolvimento e produção de tais armas, figura o Centro Tecnológico do Exército juntamente com a empresa Ares (Elbit) que desenvolveram o REMAX 3 e a TORC30, sendo este baseado em armamento 30mm.

2.3.1.4 Destinação de sistemas de telemetria laser e ópticos

O telêmetro Laser dos Gepard possuem alcance máximo de utilização de pouco mais de 5 quilômetros. Comparativamente com as estações como TORC30 e UT30BR, que utilizam canhões de 30mm, possui capacidades semelhantes, com



o detalhe que estes últimos, mais modernos, demandam menos energia e possuem tecnologia *eye safe* possibilitando redução significativa de procedimentos e segurança para operação e manutenção.

Quanto aos instrumentos ópticos é provável que sua continuidade seja indesejável em vista ao suporte não disponível, porém os equipamentos podem ser integrados a um novo projeto, com redesenho dos motores elétricos para inserção adequada na malha de controle a ser utilizada.

Conforme as considerações acima, em se optando pela conseqüente modernização do Gepard, é interessante a maior comunalização possível com outros SMEM, nesse sentido, a utilização de telêmetros já aplicados a outros sistemas simplifica as cadeias logística e de formação de recursos humanos (seja para manutenção, seja para operação).

A empresa OPTO Space & Defense é apta a trabalhar nessa seara, já sendo fornecedora do governo brasileiro ou considerar a utilização dos mesmos telêmetros empregados pela Ares em seus projetos.

2.3.1.5 Destinação de equipamentos de comando e controle

Os rádios Harris Falcon 3 RF-7800V adquiridos para o projeto Gepard podem e devem ser reaproveitados numa atualização da plataforma tanto para uniformização do sistema de comando e controle com outros escalões do EB, como para integração da infraestrutura do sistema de controle e alerta, inclusive com a Força Aérea.

É possível que à época da instalação na versão modernizada seja necessária apenas a atualização do *firmware* desses conjuntos, porém não haveria necessidade de aquisição de novos produtos.

2.3.2 Análise da linha de ação aquisição de nova VBCCC

Devem ser considerados aqui os requisitos nacionais para o apoio às brigadas blindadas uma vez que, por exemplo, nem a família Leopard 2, nem M1 Abrams dispõe de plataformas antiaéreas. Estas estão instaladas em outras viaturas como variantes do Ozelot (LeFlaSys) e Bradley (Bradley M6 Linebacker).

Portanto, deve ser avaliado, conforme os requisitos operacionais, se a VBC AAe será baseada no chassi da VBCCC ou VBC Fuz, conforme os exemplos acima. Aventam-se duas possibilidades: adquirir a



VBC AAe da mesma família ou adquirir chassis extras de CC ou VBC Fuz para desenvolvimento nacional próprio do conjunto torre, ambos dependentes das condições de negociação e requisitos do EB.

Serão avaliados nos tópicos abaixo as alternativas relacionadas ao desenvolvimento nacional de uma torre. Na eventualidade de aquisição de um sistema pronto, cada item pode ser considerado independentemente caso haja interesse de nacionalização de subsistemas isolados.

2.3.2.1 Chassi, motorização e trens de rolagem

Avalia-se que nesse quesito, para fins de padronização logística, e redução de custos e de tempo de desenvolvimento é mais vantajoso selecionar uma das plataformas (CC ou VBC Fuz) e desenvolver a solução antiaérea.

2.3.2.2 Sistemas de radares

Para essa alternativa, é razoável admitir que seria possível, dentro do considerado no item 2.3.2., o desenvolvimento nacional do sistema de radares para a obtenção de um novo carro, à exemplo da opção holandesa quando da adoção da VBC AAe PRTL, que é, na

realidade, um Gepard com radares nativos desse país (Gepard CA1).

2.3.2.3 Sistema de armas e computadores de tiro

Nesse quesito também cabem as mesmas observações do item 2.3.3.

2.3.2.4 Destinação de sistemas de telemetria laser e ópticos

Idem caso anterior, vide 2.3.4.

2.3.2.5 Destinação de equipamentos de comando e controle

Em se aposentando as atuais VBC AAe simultaneamente à aquisição de novos sistemas, é possível retirar e aproveitar os sistemas rádio, sem impactos de perda de continuidade de capacidade de DA Ae. No caso de desenvolvimento de nova torre, é ponderável a paulatina desativação por lotes mediante as entregas das viaturas novas, ou a aquisição de novos equipamentos, uma vez que, enquanto não forem substituídos, é necessária a permanência dos conjuntos nos Gepard.

2.3.3 Implicações para a VBC AAe – MSR

A parte de motorização, carcaça e trens de rolagem dificilmente apresentará



compatibilidade entre as versões sobre rodas e sobre lagartas, uma vez que as demandas, potências de trabalho, cargas elétricas, dimensões e pesos são bastante diferentes. Porém, como será discutido nos tópicos subsequentes, há desenvolvimentos, aquisições (componentes, sistemas e subsistemas) compatíveis para as versões SL e SR no que tange à torre.

2.3.3.1 Chassi, motorização e trens de rolagem

Aqui, conforme verificado no escopo da Nova Família de Blindados Sobre Rodas e conforme o publicado na Portaria Nº 014-EME, de 7 de fevereiro de 2020 (BRASIL, 2020), verifica-se que a VBC AAe – MSR será baseada no chassi 6x6 da VBTP Guarani.

2.3.3.2 Sistemas de radares

Considerando que é desejável desenvolver sistemas de sensores embarcados nacionais tanto para a opção de modernização dos Leopard 1 A5 quanto para outra família de CC/VBC Fuz, então é plausível desejar que os mesmos sensores sejam requisitados para a VBC AAe – MSR. E isso também independentemente da forma de obtenção (aquisição ou desenvolvimento).

Essa opção acarreta, além das vantagens destacadas nos dois itens correlatos anteriores, um maior interesse da indústria para produção e assistência técnica de maior tiragem de componentes, bem como simplificação logística já que se têm duas plataformas diferentes que comungam de várias peças, facilitação e unificação dos treinamentos de operação e manutenção.

2.3.3.3 Sistema de armas e computadores de tiro

Novamente, há possibilidade de utilização dos mesmos canhões para mobiliar uma versão de rodas, como pode-se verificar nos russos Pantsir S1 e Tunguska M1, que utilizam o mesmo par de canhões automáticos 30mm 2A38M. Não apenas os tubos, mas é possível compartilhar vários outros equipamentos como os computadores de tiro, painéis de controle e comandos, sistemas de alimentação, sensores inerciais.



Figura 7: Sistema Pantsir S1.

Fonte: NPO, 2020.



Figura 8: VBC AAe Tunguska M1.
Fonte: KBP, 2020.

A título de comparação, a empresa ARES utiliza o mesmo TCEU (*Turret Control and Eletronic Unit*) para as REMAX 3, UT30BR e TORC30, com diferenças de programação (versão de *software*) e de algumas placas internas ao módulo. Verifica-se então as mesmas vantagens já elencadas acima em termos de redução de custos de aquisição, manutenção, treinamento e controle de descontinuidade (*phase out*) durante o ciclo de vida esperado.

2.3.3.4 Sistemas de telemetria laser e ópticos

Novamente a obtenção da plataforma antiaérea da NFBR seria favorecida com um possível desenvolvimento conjunto.

2.3.3.5 Equipamentos de comando e controle

Como não se dispõe de VBC AAe – MSR nas Brigadas Mecanizadas, há necessidade de aquisição de tais equipamentos.

2.4 Outras possibilidades técnicas e operativas

2.4.1 Integração com mísseis

Como mencionado anteriormente o Gepard possui capacidade de integração com sistemas de mísseis como o Stinger, desenvolvido porém não adquirido pela Alemanha. De forma semelhante, é possível desenvolver uma torre nacional que integre os sistemas de mísseis portáteis que empregamos atualmente no país.

O IGLA S, do tipo *fire-and-forget* possibilita a modalidade *hit-and-run*; como não há necessidade de prover qualquer dado ou controle para o míssil após o disparo, proporciona-se maior capacidade de sobrevivência ao veículo e sua tripulação pois, este pode abandonar a posição logo após o lançamento.

O RBS-70, por outro lado, permite o engajamento a maior distância e, sendo instalado



na plataforma, pode ser favorecido com o acompanhamento automático por radar – a plataforma *Man Portable Air Defense System* (MANPADS) já possui acompanhamento assistido por contraste de imagem. Integração ao radar possibilita a atuação do míssil em quaisquer condições climáticas. Entretanto, estudos devem ser conduzidos para avaliar os efeitos da dinâmica do míssil se for requisitado disparo em movimento, uma vez que acarretará desvio da trajetória de guiamento original; trata-se de uma opção operativa.

Desmistificando a questão da integração, constata-se dos exemplos reais abaixo (figuras de 9 a 13) as possibilidades de adaptação de tais mísseis portáteis em variadas plataformas, em particular dos mísseis portáteis que já possuímos como dotação.



Figura 9: Lançadores IGLA duplos na VBC AAe Shilka.

Fonte: KBM, 2020.



Figura 10: Lançadores IGLA duplos na Vtr NIMR (Turca).

Fonte: KBM, 2020.



Figura 11: Lançador IGLA quádruplo em helicóptero Mi-28N.

Fonte: KBM, 2020.



Figura 12: Lançadores IGLA duplos em torreta Gibka-R (plataforma naval).
Fonte: KBM, 2020



Figura 13: Lançador RBS70 RWS do Sistema Saab MSHORAD (plataforma Iveco LMV).
Fonte: SAAB, 2020.

Dessa maneira é possível potencializar uma mesma unidade de tiro com a combinação de armas, efeitos e pontos fortes sem, contudo, necessitar de vultosa soma de investimentos. Também, não há necessidade,

Dessa maneira é possível potencializar uma mesma unidade de tiro com a combinação de armas, efeitos e pontos fortes sem, contudo, necessitar de vultosa soma de investimentos. Também, não há necessidade, em curto prazo, do desenvolvimento de um míssil antiaéreo nacional para atender ao desenvolvimento de uma torre ou plataforma de defesa antiaérea dentro do solo pátrio.

Para essa tarefa também há capacidade de desenvolvimento e produção no Brasil, já demonstrada pelo conglomerado que desenvolve o Míssil Antinavio de Superfície para a Marinha (MANSUP): Fundação Ezute, Omnisys, Avibras e SIATT. Cabe o detalhe de que a SIATT contratou boa parcela dos funcionários da antiga Mectron – Odebrecht Defesa, tendo trabalhado com o Míssil Anticarro MSS 1.2 em parceria com o Centro Tecnológico do Exército (CTEx).

Por fim, também não é excluída a possibilidade de integração com mísseis mais modernos ou com maior alcance; nem de que tais VBC AAe/ VBC AAe – MSR sejam dotadas exclusivamente de mísseis.

2.4.2 Conceito eletrônico anti-drones

A título exemplificativo de novas capacidades em estudo em outros países,



aproveitando as reflexões conduzidas aqui de desenvolvimentos nacionais, cita-se o conceito Bradley M-SHORAD. Tal viatura foi apresentada pela BAE Systems na *Association of the United States Army* (AUSA) em 2017. Para o enfrentamento de SARP ele está equipado com um conjunto de interferidores, *jammers* (ARMY, 2017).



Figura 14: Bradley M-SHORAD.
Fonte: ARMY, 2020.

Trata-se de uma mudança de paradigma operativo, passando a artilharia antiaérea a operar ativamente armas eletrônicas. Para reflexão, a empresa estratégica de defesa brasileira IACIT tem em seu portfólio interferidores de *drones* militarizados que, inclusive, já foram utilizados pelas forças de segurança dos jogos Olímpicos e Paralímpicos Rio 2016 (DEFESANET, 2016 e IACIT, 2020).

2.5 Outros tópicos logísticos e industriais

2.5.1 Opções de padronização nível Ministério da Defesa

Além de atender às demandas do Exército, deve-se verificar que tal desenvolvimento pode ser de interesse também do Corpo de Fuzileiros Navais (Batalhão de Controle Aerotático e Defesa Antiaérea) e de navios.

Mais uma opção para o desenvolvimento dessa torre, seria a sua utilização como sistema içado em caminhão ou prancha (como o exemplo do MANTIS, figura 6), reboque (como os desativados Skyguard GDF-001 com CDT Superfledermaus que o país operava) ou sobre viatura não blindada (exemplo da figura 7: Pantsir em caminhão militarizado) ou levemente blindada (chassi tipo sistema ASTROS) – exemplo do sistema americano Patriot. O intuito é possivelmente atender às necessidades dos Grupos de Defesa Antiaérea da Força Aérea (GDAAe) e possivelmente Grupos de Artilharia Antiaérea (GAAAe) do EB vocacionados à atuação na Zona de Interior.

Nesse contexto de desenvolvimento de plataformas vocacionadas para a Zona de Interior, pode-se avaliar alternativas com menores custos, como por exemplo, a utilização de apenas um radar de tiro e de



busca para a Seção Antiaérea, à exemplo do sistema Skyguard ou MANTIS. (figura 6)

Tal gama de aplicações em diferentes plataformas pode ser verificada da análise do sistema MANTIS ou Skyshield – plataformas terrestres fixas ou rebocadas, do sistema Oerlikon Skyranger – plataforma veicular (VBC AAe sobre chassi Boxer) e do Millennium Naval Gun – montado sobre navio. Todos os três utilizando o mesmo canhão e sistemas agregados da Rheinmetall.

Em caráter de integrador final, apontam-se as empresas Avibrás, Equitron e Iveco como potenciais *prime contractors* para os desenvolvimentos aqui elencados, principalmente para a versão sobre rodas.

2.5.2 Problemática da munição

É necessária uma ramificação do projeto de obtenção dessas novas plataformas para fabricação nacional de tal insumo fundamental para operação.

Citam-se a Emgepron, que atualmente fabrica munições 40mm utilizadas nos canhões Bofors; e a CBC, que fabrica munições de variados calibres, trabalhando inclusive com desenvolvimento de munição 30mm para provimento da UT30BR.

Esta consideração recai sobre a herança recebida da aquisição do Gepard e Leopard, no qual observa-se uma oportunidade de melhoria em termos de gestão do ciclo de vida e atendimento de necessidades operativas de todas as naturezas (treinamento, emprego).

2.5.3 Casos concretos de fomento à indústria

A modalidade de desenvolvimento parcial de SMEM (possível desenvolvimento de torre completa ou do subsistema sensores, armas, eletrônica embarcada, ou combinação deles) é bastante comum para obtenção de tecnologias e conhecimento pela BID de forma a subsidiar o projeto de SMEM mais complexos num próximo passo.

Isso pode ser observado, a título ilustrativo, pelo ocorrido com a modernização Leopard 1T Volkan, na Turquia. A empresa Aselsan trabalhou no desenvolvimento de um novo computador de tiro e estabilização para os Leopard 1 A5 (canhão 105mm) turcos na década de 2000. Em sequência, foi contratada para o fornecimento de computador de tiro para a VBCCC Altay (canhão 120mm), da Otokar, lançado na década de 2010 – fabricação e desenvolvimento no próprio país.



Um exemplo nacional se dá com a empresa Ares: a parceria com o CTEEx iniciou com o desenvolvimento dos reparos automatizados REMAX (para metralhadoras 7,62mm e .50) que rendeu frutos culminando com o desenvolvimento da torre TORC30, equipada com canhão automático de 30mm.

2.6 Considerações sobre o sistema TORC30

Conforme declaração do fabricante, verifica-se que este sistema tem a capacidade de utilizar munição destinada ao engajamento de vetores aéreos denominada ABM (*Air Burst Munition* – a própria Rheinmetall informa que essa munição fragmentável, de detonação programável é uma variante da munição AHEAD). Ainda, possui amplitude de movimento de -5° à $+85^{\circ}$ na vertical e 360° em direção, capacidade de *autotracking* por contraste de imagem, telemetria laser com alcance de 20km em boas condições, visão termal e capacidade *hunter/killer* (comandante do carro faz a busca e encontrando um alvo o designa para o atirador de forma que a torre automaticamente vai para a direção do novo objetivo (ARES, 2020).

O alcance útil do canhão 30mm (30 mm x 173 mm) Rheinmetall Mk30-2 é de 3 quilômetros – referência PUMA IFV (PSM-SPZ, 2020). As velocidades angulares não estão disponíveis na ficha técnica do material (provavelmente por depender da plataforma no qual é instalada). Sua cadência de disparo é de 200 tiros por minuto. A capacidade de munição anunciada é de dois carregadores, um com 150 e outro de 50 cartuchos na torre e há possibilidade de reserva adicional no chassi.

Comparativamente, o Gepard dispõe de amplitude de movimento de -4° à $+84^{\circ}$ na vertical e 360° em direção, velocidades angulares de 90°/s na horizontal, 56°/s na vertical, não possui capacidade de *autotracking* por contraste de imagem, também possui telemetria laser com alcance de cerca de 5 km, visão termal e uma capacidade de busca de alvos óptica com transferência da direção e azimute para a apreensão pelo radar de tiro – semelhante com a funcionalidade *hunter/killer*.

O alcance de utilização dos canhões Oerlikon (Rheinmetall) 35mm (35mm x 228 mm) KDA é de 3 a 4 km, dispondo de uma cadência de 550 tiros por minuto por arma. O Gepard também possui dois carregadores sendo 320 tiros (utilizados normalmente os antiaéreos)



e mais 20 tiros (normalmente terrestres) por arma,

Constata-se que ambos os sistemas de armas guardam semelhanças muito fortes em termos de desempenho físico e funcionalidades.

Mediante emprego majoritário de munição ABM, instalação e integração de sistema de radares e interligação com os sistemas de controle e alerta, poder-se-ia dizer que o país já possui uma plataforma de armas apta para reconfiguração para versão antiaérea.

Quanto ao óbice do quantitativo de munição, deve-se recordar que a munição ABM é de fragmentação com arrebentamento programável, portanto, além de mais interessante para o engajamento de vetores aéreos menores, ainda garante maior probabilidade de acerto com menor volume de fogos. O que não impede, sendo requisitado, expansão da capacidade de armazenagem da plataforma. Mais além, poder-se-ia desenvolver plataforma integrando sistemas de mísseis que garantiriam o engajamento de vetores aéreos maiores e a distâncias mais longas.

Breve estudo indica que, vindo o EB a empregar a TORC30 noutra plataforma

(Viatura Blindada de Combate de Fuzileiros ou Viatura Blindada de Combate de Apoio de Fogo, por exemplo) haveria boa comunalidade de componentes de torre, bem como de munição, resgatando as vantagens de volume de produção, treinamento, manutenção já elencadas noutras seções deste artigo.

3. CONCLUSÃO

Em que pese a aquisição do Gepard ter sido efetivada no início da década de 2010 e, apesar de não ter sido contemplado inicialmente como parte dos estudos do GT Nova Couraça, a análise do futuro do material se faz necessária a fim de se evitar descontinuidade e perda de capacidades já obtidas.

Além disso, o estudo traz pontos de reflexão interessantes no sentido estratégico e político para atingimento dos objetivos propostos tanto na diretriz de iniciação do SPrg F Bld em questão e, principalmente do Planejamento Estratégico do Exército e da Estratégia Nacional de Defesa.

Na breve reflexão até aqui conduzida no âmbito plataforma de artilharia antiaérea, verifica-se que existem evidências apontando que, tecnicamente, há viabilidade de aprofundamento de estudos que azimutem



para o desenvolvimento por parte da Base Industrial de Defesa (BID) de uma torre para equipar sistemas antiaéreos blindados de rodas e de lagartas.

Entretanto, os pontos aqui elencados tratam-se de um compilado, não definitivo, de opções. A melhor configuração será aquela que atender aos requisitos determinados na fase de formulação conceitual dos SMEM e atender à critérios de projeto como custo, tempo, tecnologias envolvidas, relações de compromisso (valoração de determinadas vantagens em detrimento a outras).

Por fim, ressalta-se que o item 7) das premissas apresentadas na Diretriz de Iniciação do Subprograma Forças Blindadas menciona que o GT “deverá trabalhar em coordenação com o Escritório de Projetos do Exército (EPEX) a fim de garantir a interoperabilidade com os demais Programas Estratégicos do Exército”. Dessa forma, há possibilidade de coordenação entre o Prg EE Defesa Antiaérea e o OCOP (SPrg F Bld) no intuito de obter as melhores soluções de planejamento e orçamento na busca das vantagens interoperativas e logísticas aqui levantados.

REFERÊNCIAS

ARES. **TORC30**. Brasil, 2020. Disponível em: <<http://ares.ind.br/new/pt/sistemas-terrestres/torc30.php>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

ARMY RECOGNITION. **BAE Systems presents Bradley M-SHORAD air defense AUSA 2017**. EUA, out. 2017. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/ausa_2017_show_daily_news_tv_coverage_report/bae_systems_presents_bradley_m-shorad_air_defense_ausa_2017.html>. Acesso em: 20 fev. 2020.

BRASIL. Exército. **EB10-IG-01.018: Instruções Gerais para a Gestão do Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar**. 1. ed. Brasília, DF, 2016.

_____. _____. **EB10-P-01.007: Plano Estratégico do Exército 2020-2023**. Brasília, DF, 2019.

_____. _____. Portaria n. 14-EME, de 7 de fev. de 2020. **Constitui o Grupo de Trabalho para regular as atividades de Elaboração de Requisitos Operacionais e Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais das viaturas do PrgEE Guarani**. Brasília, DF, fev. 2020.

_____. _____. Portaria n. 162-EME, de 12 de jun. de 2019. **Aprova a Diretriz Estratégica para a Formulação Conceitual os Meios Blindados do Exército Brasileiro e dá outras providências**. Brasília, DF, jun 2019.

_____. _____. Portaria n. 309-EME, de 18 de out. de 2019. **Aprova a Diretriz de Iniciação do Subprograma Forças Blindadas**. Brasília, DF, out 2019.



_____. _____. **EB70-MC-10.231: Manual de Campanha Defesa Antiaérea.** Brasília, DF, 2017.

_____. _____. **Nova família de blindados sobre rodas – Programa Guarani**”. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/guarani>. Acesso em: 09 fev. 2020.

CARNEIRO, Gabriel Porto Silva Artiles. **O emprego da viatura blindada de combate antiaéreo GEPARD 1A2 nos Grandes Eventos: um legado para os planejamentos de emprego da artilharia antiaérea em operações de não guerra.** 2017. 179 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2017.

COMANDO LOGÍSTICO. **Contrato 024/2017-COLOG/DMat.** Brasília, 16. mai. 2017.

CULLEN, Tony; FOSS, Christopher F. **JANE'S LAND-BASED AIR DEFENSE:** 1992-93. 5. ed. p. 69-72. Coulsdon: 1992.

CUNHA, Elisandro Rodrigues de Freitas. A integração da Bateria de Artilharia Antiaérea Blindada com o Centro de Operações Antiaéreas. **Informativo Antiaéreo,** Rio de Janeiro, n. 11, p. 81-92, 2018.

DEFESANET. **IACIT - Exército adquire bloqueador de drones para Jogos Olímpicos Rio 2016.** Brasil, jun. 2016.

Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/vant/noticia/22533/IACIT---Exercito-adquire-bloqueador-de-drones-para-Jogos-Olimpicos-Rio-2016/>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

IACIT. **Sistemas Contramedida Jammer - DRONEBlocker.** Brasil, 2020. Disponível em: <<http://www.iacit.com.br/pt-br/sistemas-contramedida-jammer-droneblocker>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

KBM. **Strelets set of control equipment and launch modules.** Rússia, 2019. Disponível em: <<https://www.kbm.ru/en/production/pzrk/pupzrk/365.html>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

KBP. **Tunguska-M1.** Rússia, 2019. Disponível em: <<http://www.kbptula.ru/en/productions/air-defense-weapon-systems/tunguska-m1>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

KRAUSS MAFFEI-WEGMANN. **GEPARD 1A2.** Alemanha, 2019. Disponível em: <<https://www.kmweg.com/home/tracked-vehicles/air-defence-systems/gepard-1-a2/product-specification.html>>. Acesso em: 07 fev. 2020.

MILITARY FACTORY. **Flugabwehrkanonenpanzer Gepard (Flakpanzer).** EUA, 2019. Disponível em: <https://www.militaryfactory.com/armor/detail.asp?armor_id=103>. Acesso em: 07 fev. 2020.



MITCHEL, Alex. **The social and environmental impact of mobile phones.** RESET, nov. 2017. Disponível em: <<https://en.reset.org/knowledge/ecological-impact-mobile-phones>>. Acesso em: 07 fev. 2020.

NPO. **Pantsir-C1.** Rússia, 2020. Disponível em: <<https://www.npovk.ru/en/produksiya/zenitnye-raketno-pushechnye-kompleksy/pantsir-s1/>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

PSM-SPZ. **The Puma:** armament. Alemanha, 2020. Disponível em: <<http://www.psm-spz.de/en/features/armament.html>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

RODRIGUES, Júlio Cezar Diniz. Possibilidades da VBC DA AE GEPARD na defesa antiaérea de baixa altura das brigadas blindadas. **Informativo Antiaéreo**, Rio de Janeiro, n. 08, p. 71-76, 2013.

RHEINMETALL. **Mobile air defense.** Suíça, 2019. Disponível em: <https://www.rheinmetall-defence.com/en/rheinmetall_defence/systems_and_products/air_defence_systems/mobile_air_defence/index.php>. Acesso em: 13 fev. 2020.

_____. **Rheinmetall's family of medium calibre cannons.** Suíça, 2019. Disponível em: <https://www.rheinmetall-defence.com/en/rheinmetall_defence/systems_and_products/weapons_and_ammunition/direct_fire/medium_calibre/index.php>. Acesso em: 13

fev. 2020.

_____. **Rheinmetall's family of medium calibre ammunition** Suíça, 2019. Disponível em: <https://www.rheinmetall-defence.com/en/rheinmetall_defence/systems_and_products/weapons_and_ammunition/direct_fire/mittelkalibermunition/index.php>. Acesso em: 13 fev. 2020.

SAAB. **Mobile short-range air defence solution.** Rússia, 2019. Disponível em: <<https://saab.com/land/ground-based-air-defence/air-defence-missile-systems/mshorad/>>. Acesso em: 13 fev. 2020.