

**ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO
ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO**

Cel QEM **MAURÍCIO** RAMOS DE RESENDE NEVES

**Incremento da Integração entre a CT&I e a Logística para
o Aperfeiçoamento da Gestão do Ciclo de Vida dos SMEM**



Rio de Janeiro

2021

Cel QEM **MAURÍCIO** RAMOS DE RESENDE NEVES

Incremento da Integração entre a CT&I e a Logística para o Aperfeiçoamento da Gestão do Ciclo de Vida dos SMEM

Policy Paper apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como pré-requisito para a matrícula no Programa de Pós-graduação *lato sensu* em Ciências Militares, com ênfase em Política, Estratégia e Administração Militar.

Orientador: Cel Inf RONALD ALEXANDRE MANDIM DE OLIVEIRA

Rio de Janeiro
2021

N518i Neves, Maurício Ramos de Resende

Incremento da Integração entre a CT&I e a Logística para o Aperfeiçoamento da Gestão do Ciclo de Vida dos SMEM. / Maurício Ramos de Resende Neves. —2021.

36 f. : il. ; 30 cm

Orientação: Ronald Alexandre Mandim de Oliveira.

Policy Paper (Especialização em Política, Estratégia e Alta Administração Militar) — Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2021.

Bibliografia: f. 35-36.

1. CT&I. 2. LOGÍSTICA. 3. CICLO DE VIDA. 4. INDÚSTRIA 4.0. 5. MANUFATURA ADITIVA. I. Título.

CDD 355.5

Cel QEM **MAURÍCIO** RAMOS DE RESENDE NEVES

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para obtenção do certificado de especialização em Ciências Militares.

Aprovado em _____ de setembro de 2021

COMISSÃO AVALIADORA

RONALD ALEXANDRE MANDIM DE OLIVEIRA – Cel – Presidente
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

RENATO VAZ – Cel – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

JOÃO LUIZ DE ARAUJO LAMPERT – Cel – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

SUMÁRIO EXECUTIVO

Na gestão do Ciclo de Vida dos SMEM do Exército Brasileiro, diversos setores possuem atuação efetiva para a condução desse processo, dentre os quais, destacam-se a CT&I e a Logística. Percebe-se que essas áreas têm atribuições relevantes nas 4 (quatro) fases que constituem o modelo do ciclo de vida dos SMEM sendo que, em diversas etapas dessas fases, atuando de forma conjunta. No entanto, ainda assim, são visualizadas algumas ações adicionais visando incrementar a interação mais coordenada entre a CT&I e a Logística, e que podem contribuir, de forma decisiva, no aperfeiçoamento da gestão do Ciclo de Vida dos SMEM, bem como na capacidade de gerar suporte logístico às operações da Força Terrestre.

No contexto da gestão do ciclo de vida dos SMEM, vislumbra-se, como ações a serem propostas para o seu aperfeiçoamento, desde a participação conjunta na elaboração de requisitos, focando em aspectos logísticos, até a contribuição nos processos de obtenção de SMEM, buscando antecipar dificuldades logísticas que poderão surgir principalmente na fase de Produção, Utilização e Manutenção, fase esta que se constitui no período em que o SMEM é efetivamente empregado operacionalmente.

Adicionalmente, propõe-se que a CT&I colabore com novas tecnologias, algumas disruptivas, que tenham a capacidade de alterar os princípios de condução das ações logísticas do Exército. São trazidos, como propostas de implementação viável, conceitos da Indústria 4.0, com ênfase na manufatura aditiva, fazendo-se uso de impressoras 3D. Neste contexto, é apresentada uma proposta preliminar de otimização dos processos logísticos atuais, empregando-se essa ferramenta, com a participação efetiva do Sistema de CT&I do Exército, e seu Sistema de Fabricação, por meio dos seus Arsenais de Guerra, de forma a propiciar maior disponibilidade dos SMEM ao longo dos seus ciclos de vida.

Palavras-chave: CT&I, Logística, Ciclo de Vida, Indústria 4.0, Manufatura Aditiva

EXECUTIVE SUMMARY

In the management process of Military Equipment Life Cycle of the Brazilian Army, many sectors have an effective acting to carry out that process, such as the ST&I (Science, Technology, and Innovation) and Logistics. These areas are responsible for relevant tasks throughout the 4 (four) phases that comprise the Military Equipment Life Cycle Model, being that, in several moments of these phases, acting together. Even though, it's still possible to visualize some additional actions aiming to increase a more coordinated interaction between ST&I and Logistics, that can contribute, in a decisive way, to improve the management of military equipment life cycle, as well as the capacity of generate logistics support to the operations of the Land Force.

Addressing the context of the management of military equipment life cycle, it's possible to come up with actions to allow its improvement, ranging from jointly preparing requirements, focusing on logistic issues, to contributing on acquisition process of military equipment, searching for anticipating logistics problems that can arise mainly during the Production, Utilization and Maintenance phase, that is the period the military equipment is effectively operationally employed.

In addition, it's proposed that ST&I collaborates with new technologies, some of them disruptive, with the capacity for changing the principles of running the logistic actions in the Army. It's come up with, as feasible proposals to be implemented, concepts of the Industry 4.0, emphasizing on additive manufacturing, employing 3D printers. Regarding this context, it's presented a previous proposal to optimize the current logistics processes, using this tool, with the effective participation of the ST&I System of the Brazilian Army and its Fabrication System, through their Arsenal, so that it is possible to provide higher availability of military equipment over its life cycles.

Keywords: ST&I, Logistics, Life Cycle, Industry 4.0, Additive Manufacturing

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	06
2	METODOLOGIA.....	07
3	GESTÃO DO CICLO DE VIDA DOS SMEM.....	08
4	LOGÍSTICA MILITAR	13
5	ESTRUTURA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO EB....	18
6	INTERAÇÃO DA CT&I COM A LOGÍSTICA NO EB – PROPOSTAS PARA O CICLO DE VIDA DO SMEM.....	20
6.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	20
6.2	REQUISITOS TÉCNICOS, LOGÍSTICOS E INDUSTRIAIS.....	21
6.3	PROPOSTA DE MODELO DE OBTENÇÃO.....	22
6.4	OBTENÇÃO POR PD&I.....	23
6.5	OBTENÇÃO POR AQUISIÇÃO.....	25
6.6	MANUTENÇÃO DO SMEM.....	27
6.7	REVITALIZAÇÃO, REPOTENCIALIZAÇÃO E MODERNIZAÇÃO.....	28
7	INTERAÇÃO DA CT&I COM A LOGÍSTICA NO EB – TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 – MANUFATURA ADITIVA.....	29
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade logística é um dos aspectos fundamentais a serem considerados em uma adequada gestão do ciclo de vida dos SMEM (Sistemas e Materiais de Emprego Militar), uma vez que garante o apoio logístico às operações da Força Terrestre. Portanto, é imperioso que, desde as primeiras ações para a Obtenção do SMEM, seja por PD&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) ou por Aquisição, especial atenção deva ser dispensada para que as informações operacionais, técnicas, logísticas e industriais acerca do material, bem como os meios necessários para sua sustentação ao longo de sua vida útil (capacitação, infraestrutura, equipamentos de apoio etc) sejam observados para futura internalização na Logística Militar Terrestre.

Uma das questões preliminares importantes a serem consideradas neste processo é o nível de nacionalização do SMEM, mesmo quando é produzido pela BID (Base Industrial de Defesa). Visualiza-se que a dependência de empresas estrangeiras traz consideráveis transtornos para os planejamentos logísticos se não adequadamente tratadas durante a obtenção do material, podendo levar a elevados custos no seu ciclo de vida, a médio e longo prazo.

Adicionalmente, deve-se destacar que, mesmo empresas fornecedoras de SMEM, pertencentes à BID nacional, muitas vezes se interessam apenas na produção industrial e no consequente fornecimento do PRODE (produto de defesa), envolvendo-se menos que o necessário na sustentabilidade logística dos produtos, em particular nas funções logísticas de Manutenção e Suprimento. Nestes casos, a Força Terrestre, por intermédio do seu sistema logístico, necessita desenvolver fornecedores nacionais alternativos, ou mesmo, internalizar essas capacidades em OM fabris e de manutenção do Exército Brasileiro.

Essas ações devem ser devidamente consideradas nos contratos celebrados, com o devido planejamento orçamentário, fazendo uso das ferramentas administrativas disponíveis, como, por exemplo, os acordos de compensação, em particular nos casos de aquisições no exterior. De toda forma, a participação das organizações militares fabris e de manutenção no processo de obtenção deve ser antecipada ao máximo, evitando-se solução de continuidade.

No contexto do ciclo de vida do SMEM, o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação é bastante atuante e participativo nas primeiras fases, vale dizer, nas fases conceitual e de obtenção, sendo que, nessa última fase mencionada, sua atuação é

mais contundente quando a obtenção é por PD&I.

Vislumbra-se que, em um primeiro momento, nos processos de obtenção por Aquisição, há um risco mais acentuado para a ocorrência de problemas logísticos futuros, de difícil equacionamento, se não adequadamente tratados durante o seu planejamento. Contudo, mesmo os processos de obtenção por PD&I, eventualmente, podem trazer dificuldades logísticas futuras se não houver o devido tratamento, embora, usualmente, de forma atenuada quando comparado com os processos de Aquisição.

No prosseguimento do ciclo de vida do SMEM, em particular na fase de Produção, Utilização e Manutenção, há uma participação muito reduzida do Sistema de CT&I, ficando restrita a solicitações de apoio técnico em situações muito específicas, ou mesmo, por meio da eventual produção/manutenção de SMEM pelos Arsenais de Guerra, pertencentes ao Sistema de Fabricação. Cabe considerar, nessa fase, que se visualiza a existência de modernos processos produtivos, no contexto da Indústria 4.0, que poderiam ser experimentados no Sistema Logístico, como apoio do Sistema de CT&I, em particular de seu Sistema de Fabricação, de forma a contribuir com a sustentabilidade logística dos SMEM.

Ademais, ocasionalmente, alguns PRODE, quando atingem determinado momento de seu ciclo de vida, são submetidos à Modernização/Repotencialização que, “via de regra”, deveriam ter sempre a participação de órgãos de CT&I, uma vez que são atividades que demandam projetos de engenharia, bem como pessoal com competências técnicas específicas e infraestrutura fabril.

No contexto apresentado, busca-se identificar etapas e processos em que deve ocorrer, de forma mais ativa, a atuação do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação, bem como propor ações a serem implementadas, de forma a incrementar a interação com a Logística Militar Terrestre, permitindo o aperfeiçoamento da gestão do ciclo de vida do SMEM.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada foi essencialmente qualitativa, privilegiando a análise de documentos afetos ao assunto, principalmente do Exército Brasileiro e do Ministério da Defesa, das outras Forças Singulares e de Forças Armadas de outras

nações; publicações diversas relacionadas ao assunto, tais como livros, artigos e revistas; e, eventualmente, relatos de profissionais que trabalham ou trabalharam na Gestão de Ciclo de Vida do SMEM, principalmente nas possíveis interseções entre a CT&I e a Logística.

Dentro do contexto apresentado, depreende-se que este trabalho se apoia basicamente em pesquisa documental, pesquisa bibliográfica e, eventualmente, pesquisa de campo.

De posse dos dados coletados, pretende-se, por meio de estudo analítico e estudo comparativo, apresentar estudo de caso que sirva como exemplo de ações possíveis de serem implementadas para otimizar a Logística Militar Terrestre, com o apoio da CT&I, contribuindo, portanto, com o aperfeiçoamento da Gestão do Ciclo de Vida dos SMEM. Ao final, intenciona-se concluir acerca do assunto, propondo-se ações de gestão que permitam o contínuo incremento da interação da Ciência, Tecnologia e Inovação com a Logística.

3 GESTÃO DO CICLO DE VIDA DO SMEM

Os Sistemas e Materiais de Emprego Militar (SMEM) se constituem nos sistemas militares (armamento, munições, equipamentos militares diversos, sistemas e meios navais, terrestres e aéreos etc) empregados operacionalmente pelas Forças Armadas. Os SMEM, no âmbito do Ministério da Defesa, são denominados PRODE (produto de defesa).

Para o devido gerenciamento do desempenho de sistemas militares ao longo de sua vida útil, é importante que sejam utilizadas ferramentas de Engenharia de Sistemas. Uma das abordagens importantes a serem empregadas, dentro do conceito sistêmico, é a orientação por ciclo de vida, que consiste na definição de processos e procedimentos de gestão a serem relacionados a todas as fases da vida útil de um sistema, desde seu “nascimento” até seu “descarte”, com especial ênfase nas fases de produção, operação e suporte logístico (BLANCHARD; FABRYCKY, 2006).

No contexto do Exército Brasileiro, os procedimentos, processos e fases atinentes ao ciclo de vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar são descritos e regulados nas Instruções Gerais para a Gestão do Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar - EB10-IG-01.018 (BRASIL, 2016). Esse documento foi

editado em 2016, em substituição às IG 20-12 (BRASIL, 1994), que também tratavam do tema. Nessa nova versão, houve algumas modificações significativas em relação à anterior mencionada, buscando aperfeiçoar e racionalizar alguns processos e procedimentos de forma a, principalmente, reduzir o tempo de obtenção do SMEM, aspecto que era muito criticado até então.

Dentro do novo modelo de ciclo de vida, são previstas 4 (quatro) fases:

- Formulação Conceitual;
- Obtenção;
- Produção, Utilização e Manutenção; e
- Desativação.

Na Fase de **Formulação Conceitual**, são concebidos os principais documentos que definirão as características do SMEM a ser obtido, de forma que possa satisfazer as demandas operacionais da Força Terrestre.

Inicia-se pela confecção da Compreensão das Operações (COMOP) – documento que descreve as Capacidades Operativas (CO) demandadas, com ênfase na sua missão, no ambiente operacional, tipos de operação, funcionalidades e desempenhos esperados. Nesta etapa, ainda se estuda como obter essas capacidades, em particular, qual(is) SMEM serão necessários para atingir esse objetivo.

De posse da COMOP, deve ser elaborada a Diretriz de Iniciação do Projeto e, no prosseguimento, conduz-se a Concepção Integrada, etapa em que se procura, da forma mais ampla possível, vislumbrar os sistemas e materiais necessários para o atendimento das capacidades operacionais demandadas. Este trabalho é realizado de forma multidisciplinar, sob a coordenação do Estado-Maior do Exército, com a participação de representantes dos diversos ODS (Órgãos de Direção Setorial) que tenham relação com essas capacidades, bem como de potenciais usuários. Cabe mencionar que a Concepção Integrada foi uma das evoluções processuais implementadas em relação ao modelo de ciclo de vida anterior (IG 20-12).

Durante a Concepção Integrada, são gerados os seguintes documentos, para cada um dos SMEM julgados necessários ao atingimento das capacidades operacionais: CONDOP (Condicionantes Doutrinárias e Operacionais), RO (Requisitos Operacionais), RTLI (Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais), Mapa de Tecnologias (MAPATEC) e os projetos conceituais dos SMEM necessários.

De posse desses documentos, são elaboradas as PMO (Propostas de Modelo de Obtenção) dos SMEM, quando é apresentado um estudo de viabilidade, bem como seus modelos de obtenção, vale dizer, procura-se concluir se as suas obtenções são compensadoras e, caso sejam, qual seria a melhor forma para tal: Aquisição, PD&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) ou de forma híbrida.

Ao longo dessas etapas da Fase de Formulação Conceitual, o Sistema de CT&I é bastante atuante, contribuindo de forma muito decisiva na elaboração de todos esses documentos.

Ressalta-se que, embora não pareça ser tão clara a necessidade de sua atuação, os órgãos logísticos são fundamentais nesta fase, de forma a anteciparem demandas que somente surgirão, na prática, na Fase 3. No entanto, se não visualizadas de forma prematura, podem gerar aumentos significativos no custo logístico do SMEM, bem como em sua sustentabilidade logística.

Na **Fase de Obtenção**, a partir, principalmente, dos documentos gerados na Concepção Integrada, e considerando o Modelo de Obtenção definido pelo Estado-Maior do Exército, na 1ª Reunião Decisória, são iniciadas as tratativas para a obtenção dos SMEM necessários para a obtenção das capacidades operacionais requeridas. Conforme mencionado anteriormente, essa obtenção pode ocorrer por meio de PD&I e/ou Aquisição.

No caso de Obtenção por PD&I, o Sistema de CT&I atua de forma efetiva, por intermédio do DCT (Departamento de Ciência e Tecnologia) e suas OMDS. Usualmente, esse processo se dá a partir de contratos celebrados com empresas de tecnologia na área de Defesa, principalmente da BID (Base Industrial de Defesa). Para este caso, podem ser citados, como exemplo, os seguintes SMEM: REMAX (Reparo para Metralhadora Automatizado), utilizado na VBTP-MSR GUARANI e o Radar de Vigilância de Média Altura M-60 SABER. Estes 2 (dois) materiais são casos de projetos de PD&I de sucesso, desenvolvidos pelo CTEEx (Centro Tecnológico do Exército), em conjunto, respectivamente, com as empresas nacionais ARES (atualmente pertencente ao grupo israelense ELBIT) e ORBISAT (atualmente pertencente à EMBRAER DEFESA E SEGURANÇA).

Alternativamente, alguns SMEM podem ser totalmente desenvolvidos no Sistema de CT&I, embora não seja o usual. Um exemplo para este caso é a família de morteiros (120 mm, 81 mm e 60 mm), desenvolvida pelo CTEEx, em conjunto com

o Sistema de Fabricação, por meio da DF (Diretoria de Fabricação) e, em particular, do AGR (Arsenal de Guerra do Rio).

Já na obtenção por Aquisição, modelo de obtenção mais comum adotado pelo Exército, o processo é usualmente conduzido pelo órgão gestor daquele tipo de material. Neste caso, o órgão designado fará uma compra direta do SMEM, junto a um determinado fornecedor/fabricante. Para este modelo de obtenção, não se espera a participação do Sistema do CT&I, a menos que seja um SMEM classe VII, o qual tem o CComGEx (Comando de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército) como gestor de material. No contexto deste modelo de obtenção, há diversos exemplos possíveis de serem citados, tais como: viaturas transporte não especializadas diversas (Agrale Marruá Cargo, Mercedes Benz ATEGO, Volkswagen WORKER etc), Sistema Míssil RBS 70 (adquirido junto à empresa sueca SAAB), dentre outros.

Cabe, ainda, mencionar que, eventualmente, pode haver casos de Obtenção por meio da combinação de PD&I e Aquisição. Isto ocorre, principalmente, em casos de sistemas com maior nível de complexidade, onde é comum designar o SMEM como um “sistema de sistemas”. Um caso recente é o próprio desenvolvimento da VBTP-MSR GUARANI, a qual a sua plataforma veicular foi desenvolvida pelo Sistema de CT&I, em parceria com a empresa IVECO. Na versão com canhão automatizado 30 mm, recebeu um modelo desse sistema de armas (UT-30) adquirido da empresa ELBIT, “de prateleira” (*off-the-shelf*), para integração na viatura. Percebe-se que, embora seja um sistema de armas comercial, mesmo assim o modelo fornecido teve uma alteração de nomenclatura para “UT-30BR” porque requereu alguns ajustes na concepção original de forma a permitir a integração à plataforma veicular e, principalmente, para atender os requisitos estabelecidos pelo Exército.

Para a conclusão do processo de Obtenção, faz-se necessária a realização da Avaliação do SMEM. Este processo, é conduzido pelo CAEx (Centro de Avaliações do Exército), OMDS do DCT. Durante a Avaliação, são verificados, por meio de inspeções e testes ou, eventualmente, a partir de outras ferramentas de análise (modelagem e simulação, análise documental etc) se o SMEM satisfaz seus requisitos operacionais e técnicos. Embora seja um processo essencialmente de certificação, ele também aponta oportunidades de melhoria no projeto do SMEM, ou seja, mesmo no caso de materiais obtidos a partir de Aquisição, acaba sendo uma oportunidade de o Sistema de CT&I contribuir com o desenvolvimento do produto e, eventualmente, com suas características logísticas.

A **Fase de Produção, Utilização e Manutenção** é quando se processa a vida útil do SMEM, iniciando pela distribuição do sistema militar às OM usuárias. Os exemplares obtidos são produzidos junto às empresas fornecedoras, ou mesmo em OM fabris (Arsenais de Guerra), e distribuídos por intermédio da cadeia logística, considerando o Plano de Obtenção e Distribuição, elaborado pelo ODG (Órgão de Direção Geral), ou seja, o EME (Estado-Maior do Exército).

No início desta fase, deve ser providenciada a elaboração de todos os manuais pertinentes ao SMEM; execução dos programas de capacitação de instrutores, monitores e usuários (operacionais e logísticos); e catalogação do sistema/material adquirido. Estes procedimentos devem ocorrer antes ou, ao menos, de forma concomitante à produção do SMEM, de forma que, por ocasião da entrega dos primeiros exemplares obtidos, seja viável seu emprego operacional quase que de imediato.

Ressalta-se que tanto a Produção dos exemplares do SMEM, quanto o Recebimento e a Distribuição são atribuições dos Órgãos Logísticos. Apesar de ser importante a participação em fases anteriores, percebe-se que, a partir deste momento, a Logística passa a ter papel decisivo no Ciclo de Vida do SMEM.

No prosseguimento, inicia-se a utilização do sistema/material pelos usuários, demandando dos órgãos logísticos, em particular dos gestores do material, acompanhamento do seu desempenho. Importante salientar que aspectos relacionados à sustentabilidade logística do SMEM ficarão latentes a partir de então, uma vez que seus exemplares, em quantidade agora representativa, serão empregados de forma contínua pelas OM operacionais. Esse acompanhamento será procedido com o apoio dos RDM (Relatórios de Desempenho de Material), elaborados pelas OM usuárias.

Adicionalmente, nesta fase são conduzidos os trabalhos de Manutenção do SMEM, sejam preventivas ou corretivas, também a cargo dos órgãos logísticos.

Esse trabalho de acompanhamento de desempenho é realizado ao longo de toda a vida útil. Durante esse período, são elaborados o Estudo de Desempenho Logístico (órgãos de gestão logística), o Estudo de Desempenho Técnico (órgãos de CT&I) e o Estudo de Desempenho Doutrinário (ODG). A partir desses Estudos, além de eventuais RDM emitidos, pode-se decidir pelo fim da vida útil do SMEM, ou seja, por sua desativação. Neste caso, poderá ocorrer seu desfazimento ou a possibilidade de o SMEM ser revitalizado, repotencializado ou modernizado. Em cada um desses 3

(três) casos, será expedida uma Diretriz (de Revitalização, de Repotencialização ou de Modernização). Deve-se ressaltar que, nas situações em que se decida pela Repotencialização ou pela Modernização, há a necessidade de retorno à Fase de Formulação Conceitual com forte demanda de ferramentas de Engenharia para a consecução dos objetivos previstos e, conseqüentemente, do Sis CT&I.

Por fim, na **Fase de Desativação**, caso opte-se pelo desfazimento, elabora-se o Plano de Desativação que irá definir a coordenação do recolhimento dos exemplares do SMEM ainda distribuídos, assim como o desfazimento propriamente dito. Esses procedimentos estão previstos de também serem executados pelos órgãos logísticos.

Em consequência, é possível visualizar que o grande esforço da Logística está concentrado na Fase de Produção, Utilização e Manutenção que, por sua vez, constitui-se na fase do ciclo de vida mais extensa e mais dispendiosa, não só em termos financeiros, mas também no que tange ao emprego de material, requerendo elevado esforço dos órgãos logísticos para sua condução, de forma a contribuir para a maximização da capacidade operacional proporcionada pelos sistemas militares distribuídos. Portanto, entende-se que a CT&I pode proporcionar uma série de ações conjuntas com a Logística, em particular pela interação dos seus órgãos, desde fases anteriores, antecipando problemas futuros, até o transcurso da vida útil do SMEM.

4 LOGÍSTICA MILITAR

A Política de Logística de Defesa (BRASIL, 2006), derivada da Política Nacional de Defesa (BRASIL, 2020), é o documento de mais alto nível do planejamento logístico, no âmbito do Ministério da Defesa.

Na PLD (Política de Logística de Defesa), são definidos os objetivos e as ações estratégicas da Logística de Defesa, cabendo destacar as seguintes premissas a serem buscadas: redução do hiato tecnológico, na área de Defesa, em relação aos países desenvolvidos; redução da dependência internacional em produtos de defesa; capacitação das Forças Armadas para a absorção de meios a serem disponibilizados, inclusive pela mobilização; e aumento da eficiência dos sistemas logísticos existentes e de sua interoperabilidade.

A PLD estabelece, como macro-objetivo a ser buscado, proporcionar à Expressão Militar do Poder Nacional um sistema de apoio logístico adequado e

contínuo desde a situação de normalidade até a de guerra. Para o atingimento desse macro-objetivo, são propostos objetivos específicos, cabendo salientar os seguintes: objetivo nº 3 - independência progressiva na obtenção de produtos de defesa e objetivo nº 4 - desenvolvimento da capacidade logística de defesa.

No contexto do objetivo nº 3, mencionam-se as seguintes ações estratégicas para sua consecução: priorizar as aquisições de produtos de defesa na BID nacional; aperfeiçoar o gerenciamento e a capacitação técnica das instalações industriais das Forças Armadas; incrementar a nacionalização de produtos de defesa e seus componentes, atuando nas esferas do Governo Federal e no setor produtivo; e incentivar o desenvolvimento conjunto de produtos estratégicos de defesa pelos órgãos de ciência e tecnologia e industriais das 3 (três) Forças Singulares. Adicionalmente, no objetivo nº 4, dentre as ações estratégicas propostas, **merece menção o estímulo a contribuir para a integração dos sistemas logísticos com os sistemas de ciência e tecnologia e de mobilização.**

Essas ações demonstram que o incremento da interação entre a Logística e a Ciência, Tecnologia e Inovação está alinhado com a Política de Logística de Defesa.

No contexto das Forças Armadas Brasileiras, a Logística Militar é descrita na Doutrina de Logística Militar – MD42-M-02, do Ministério da Defesa.

Nesse documento, é apresentado o Sistema Logístico de Defesa (SISLOGD), caracterizando-se pela sinergia de pessoal, instalações, equipamentos, doutrinas, procedimentos e informações, com o devido suporte da infraestrutura de tecnologia da informação e comunicações, de forma a congregar os meios logísticos das Forças Armadas e dos órgãos da Administração Central do Ministério da Defesa, proporcionando adequado e contínuo apoio logístico à Expressão Militar do Poder Nacional.

A Logística Militar, para conseguir sincronizar e compartilhar as capacidades necessárias a prover um suporte logístico conjunto das Forças Armadas, requer, além do emprego dos meios das Forças Singulares, fazer uso de operações interagências, bem como articular-se com a Base Industrial de Defesa.

As Fases Básicas para consecução da Logística Militar são as seguintes: Determinação das Necessidades, Obtenção e Distribuição.

Na Fase de “Determinação das Necessidades”, são levantadas as demandas, em termos de quantidades e especificações dos meios necessários, bem como em que local deverão estar disponíveis, previstas nos planos logísticos para a realização

das operações e ações previstas. Ressalta-se a relevância de que essas necessidades sejam determinadas nas fases iniciais dos planejamentos de forma a compatibilizar a mobilização dos meios com as operações a serem executadas.

Na Fase de “Obtenção”, são definidas as medidas necessárias para se conseguir todos os meios necessários para a condução da logística, desde aquisição e recebimento de recursos visualizados como necessários, até a obtenção de pessoal, infraestrutura adequada e contratação de serviços. Na Doutrina Logística Militar é salientado que, na obtenção de recursos materiais, deve-se buscar a catalogação, a pesquisa, o desenvolvimento, a produção e o gerenciamento desses meios.

Na Fase de “Distribuição”, busca-se fazer chegar aos usuários todos os recursos levantados na Fase de “Determinação das Necessidades”, de forma oportuna e eficaz. A distribuição mencionada é processada por meio do recebimento, armazenamento, transporte e entrega ao usuário dos recursos necessários.

É possível visualizar um alinhamento de objetivos dessas funções básicas da Logística Militar com as fases do Ciclo de Vida dos SMEM, demonstrando a importância de os órgãos logísticos estarem envolvidos desde o início dos processos da concepção dos materiais.

As funções logísticas estabelecidas na Logística Militar são as seguintes: Recursos Humanos, Saúde, Suprimento, Manutenção, Engenharia, Transporte e Salvamento. Em cada uma dessas funções, é previsto um conjunto de atividades logísticas afins e de mesma natureza.

Dentre essas funções logísticas, destacam-se, no contexto deste trabalho, o Suprimento e a Manutenção como oportunidades de o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação contribuir, de forma mais efetiva, com a Logística, em particular na gestão do ciclo de vida dos SMEM.

A função logística Suprimento compreende todas as atividades relacionadas à previsão e à provisão de material necessário às organizações e forças apoiadas. Na condução da função Suprimento, destacam-se as seguintes atividades: levantamento das necessidades, obtenção e distribuição, ou seja, as mesmas fases básicas previstas para a Logística Militar. Depreende-se a relevância dessa função para toda a Logística Militar, sendo, portanto, importante base para as demais funções.

A função logística Manutenção tem o objetivo de manter o material na melhor condição de emprego ou, caso esteja indisponível para utilização, reconduzi-lo à condição de emprego. A Manutenção compreende as seguintes atividades:

levantamento das necessidades, manutenção preventiva, manutenção preditiva, manutenção modificadora e manutenção corretiva. Em função de suas complexidades técnicas de execução, as ações de manutenção são estruturadas nos seguintes escalões:

- manutenção de 1º escalão (nível orgânico) – a ser realizada pelo usuário, na OM responsável pelo material, com seus meios;

- manutenção de 2º escalão (nível intermediário) – a ser realizada em OM de manutenção, quando a capacidade demandada ultrapassa os meios orgânicos da OM responsável pelo material;

- manutenção de 3º escalão (nível avançado) – quando as ações de manutenção necessárias demandam recursos superiores aos disponíveis nos escalões inferiores, sendo realizadas em organizações militares especializadas da Força; e

- manutenção de 4º escalão (nível indústria) – ações de manutenção que requerem instalações fabris da Força, do fabricante ou representante designado, com a devida capacidade industrial.

No âmbito do Exército Brasileiro, a Logística é apresentada no Manual de Campanha EB70-MC-10.238 Logística Militar Terrestre. Nesse manual, é destacado que a Logística Nacional é a principal fonte de obtenção de meios logísticos para a Logística Militar. Também é enfatizado que a BID é de fundamental importância para os planejamentos logísticos.

Nesse contexto, é ressaltado que nos processos de aquisição no âmbito do EB deve ser considerado o nível de nacionalização do PRODE (Produtos de Defesa), de forma a minimizar a dependência de empresas estrangeiras, garantindo a sustentabilidade logística ao longo do ciclo de vida dos SMEM e, portanto, não trazendo dificuldades ao apoio logístico a ser proporcionado às operações da Força Terrestre.

A Logística Militar Terrestre também reforça a importância da Mobilização como ferramenta do Estado para prover os recursos logísticos necessários, devendo, no planejamento da mobilização, considerar a Logística como o ponto de partida.

No que tange à organização da Logística Militar Terrestre, é mencionado que as OM Logísticas devem fazer uso de um amplo uso de tecnologias, de forma a viabilizar a otimização dos seus processos e a capacitação continuada de seus recursos humanos.

No Manual de Campanha mencionado, é destacado que as aquisições de sistemas de armas e equipamentos devem considerar a periodicidade e a simplicidade das técnicas de e procedimentos de manutenção, uma vez influenciarem decisivamente nos seus índices de disponibilidade. Também é ressaltado que a gestão da cadeia de suprimento de peças e conjuntos para reparo impactam significativamente na condução das atividades de manutenção.

No atinente ao escalonamento da manutenção, a Logística Militar Terrestre segue os mesmos princípios previstos na Doutrina de Logística Militar definida pelo Ministério da Defesa. No âmbito organizacional do EB, esses escalões são executados pela seguintes OM:

- 1º escalão – OM usuárias;
- 2º escalão – Batalhões Logísticos;
- 3º escalão – Parques Regionais de Manutenção ou Batalhões de Manutenção;

e

- 4º escalão – Arsenais de Guerra (instalações fabris do EB), podendo ser também executado pelo fabricante ou representante autorizado.

Cabe mencionar que as atividades de manutenção de 4º escalão são, essencialmente, de natureza de manutenção modificadora, com ênfase na reconstrução e/ou modernização de SMEM, demandando projetos e outras ferramentas de engenharia. São, portanto, correlacionadas às atividades de revitalização, repotencialização, modernização e fabricação de SMEM e componentes.

Os Arsenais de Guerra, OM fabris do EB responsáveis por conduzir as atividades de manutenção no 4º escalão, demandam, portanto, possuem instalações industriais, com capacidades de fabricação, controle de qualidade e gestão de processos de manufatura e projetos. O Exército Brasileiro possui 3 (três) Arsenais de Guerra: Arsenal de Guerra do Rio, Arsenal de Guerra General Câmara e Arsenal de Guerra de São Paulo. Essas OM são subordinadas à Diretoria de Fabricação, pertencente ao Departamento de Ciência e Tecnologia, constituindo-se, portanto, nos principais elementos organizacionais, no âmbito do EB, de conexão entre o Sistema de CT&I e a Logística.

O ODS (Órgão de Direção Setorial) responsável pela coordenação da grande maioria das funções logísticas do Sistema Logístico do Exército é o COLOG (Comando Logístico), embora outros ODS, tais como DCT, DGP (Departamento Geral

de Pessoal) e DEC (Departamento de Engenharia de Construção) também conduzam algumas funções logísticas para determinadas classes de materiais.

5 ESTRUTURA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO EB

O Sistema de Ciência e Tecnologia e Inovação do Exército tem como seu órgão de coordenação o DCT (Departamento de Ciência e Tecnologia) e possui a estrutura organizacional conforme apresentada na Figura 1, a seguir.

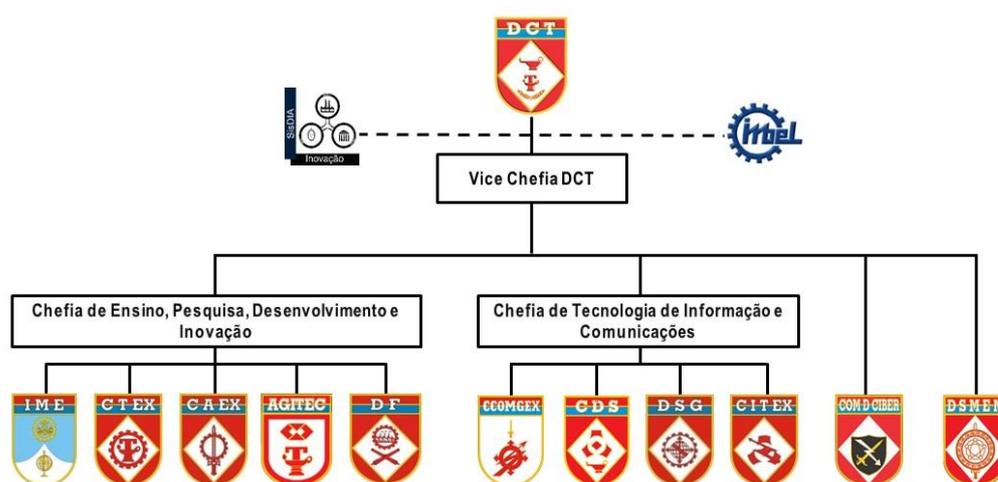


Figura 1 – Estrutura organizacional do DCT

Fonte: extraída do sítio eletrônico do DCT, em 13 de maio de 2021

Conforme pode ser observado nessa estrutura organizacional, o DCT é basicamente subdividido em 2 (duas) grandes Subchefias: a Ch EPDI (Chefia de Ensino, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) e a Ch TIC (Chefia de Tecnologia de Informação e Comunicações). Adicionalmente, o DCT possui, em sua subordinação, a DSMEM (Diretoria de Sistemas e Materiais de Emprego Militar) e o Com D Ciber (Comando de Defesa Cibernética).

Na Tabela 1, a seguir, são descritas as principais missões das OMDS que compõem essas subchefias, bem como a DSMEM e o Com D Ciber.

Tabela 1 – Missões das OMDS do DCT

Fonte: extraída do sítio eletrônico do DCT, em 13 de maio de 2021

OMDS	MISSÃO
DSMEM	Obter sistemas e materiais de emprego militar (SMEM) que envolvam P,D&I e/ou complexidade tecnológica, em proveito do desenvolvimento das capacidades operativas da Força Terrestre.
Com D Ciber	Planejar, orientar, coordenar, integrar e executar atividades relacionadas ao desenvolvimento e aplicação das capacidades cibernéticas, como órgão central do Sistema Militar de Defesa Cibernética, a fim de contribuir para o uso efetivo do espaço cibernético, impedindo ou dificultando sua utilização contra os interesses da Defesa Nacional.
Ch EPDI	
IME	Estabelecimento de ensino responsável, no âmbito do Exército Brasileiro, pelo ensino superior de Engenharia e pela pesquisa básica, de forma a cooperar, pelo ensino e pela pesquisa, no desenvolvimento científico-tecnológico do país.
CTEx	Realizar a Pesquisa Aplicada, o Desenvolvimento Experimental e a Prestação de Serviços Científicos e Tecnológicos, na área de Sistemas e Materiais de Emprego Militar (SMEM) de interesse do Exército.
CAEx	Planejar, coordenar, controlar e executar avaliação e apreciação de Material de Emprego Militar, avaliação técnica de Produto Controlado pelo Exército, exame de valor balístico de munição e colaboração técnica envolvendo material de interesse do Exército.
AGITEC	Executar a gestão da inovação no processo de pesquisa e desenvolvimento para obtenção de produtos de defesa (PRODE) e serviços inovadores, baseado na cooperação entre academia, governo e indústria.
DF	Gerenciar as atividades relativas à produção, revitalização, repotencialização, manutenção nível industrial, modernização e nacionalização de SMEM em proveito da Força Terrestre e promover o relacionamento do Sis CT&I do Exército com a BID.
Ch TIC	
CCOMGEX	Gerar e gerir as capacidades operativas de comunicações, de guerra eletrônica e guerra cibernética em proveito da Força Terrestre, cooperando, ainda, na capacitação de recursos humanos, na formulação doutrinária e em operações, além de realizar a gestão logística do material Classe VII.
CDS	Conceber, analisar, desenvolver, integrar, aperfeiçoar, avaliar, manter e sustentar produtos de software e estruturas de dados de sistemas corporativos de interesse do Exército, suportando o Ciclo de Vida de Software para o Exército.
DSG	Superintender, no âmbito do Exército, as atividades relacionadas às imagens, às informações geográficas e meteorológicas, à elaboração de produtos cartográficos, bem como ao suprimento e à manutenção do material técnico de sua gestão.
CITEx	Gerenciar a infraestrutura física e lógica de tecnologia da informação do Sistema de Informação do Exército, oferecendo e garantindo a alta disponibilidade da hospedagem de sistemas corporativos e do Sistema Estratégico de Comando e Controle do Exército.

Além das OMDS descritas na tabela anterior, cabe mencionar a vinculação estrutural ao DCT de 2 (duas) importantes instituições: a IMBEL e o SISDIA.

A IMBEL (Indústria de Material Bélico do Brasil) é uma empresa pública dependente, com personalidade jurídica de direito privado, vinculada ao Ministério da Defesa por intermédio do Comando do Exército, com a missão de fabricar e comercializar produtos de defesa e segurança para clientes institucionais,

especialmente Forças Armadas, Forças Policiais e clientes privados. Possui 5 (cinco) fábricas: Fábrica da Estrela (FE), localizada em Magé-RJ; Fábrica de Itajubá (FI), localizada em Itajubá-MG; Fábrica Presidente Vargas (FPV), localizada em Piquete-SP; Fábrica de Juiz de Fora (FJF), localizada em Juiz de Fora-MG; e Fábrica de Material de Comunicações e Eletrônica (FMCE), localizada no bairro do Caju, Rio de Janeiro-RJ. Ressalta-se que, embora vinculada ao Ministério da Defesa, deve-se considerar a IMBEL uma empresa integrante da BID.

O SISDIA (Sistema, Defesa, Indústria e Academia de Inovação) tem como principal objetivo promover a inovação, assumindo como pilares a Tríplice Hélice e a Inovação Aberta, buscando incrementar a cooperação entre as instâncias governamentais de todos os níveis, a base industrial brasileira e as universidades. Portanto, o SISDIA, por intermédio de seu escritório central e seus escritórios regionais, procura buscar a constante interação entre instituições governamentais, principalmente as demandas apresentadas pela Força Terrestre, com a academia e a indústria, envolvendo organizações do Sis CT&I, como também externamente, incluindo universidades civis e indústrias nacionais. Vale mencionar que o SISDIA trabalha em constante cooperação com a AGITEC na gestão da inovação e na prospecção tecnológica, trazendo, portanto, grandes benefícios no desenvolvimento de tecnologias críticas e disruptivas.

6 INTERAÇÃO DA CT&I COM A LOGÍSTICA NO EB – PROPOSTAS PARA O CICLO DE VIDA DO SMEM

6.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Importante mencionar que a interação da CT&I com a Logística é apontada pela Política de Logística de Defesa, conforme já mencionado neste texto, como um dos objetivos a serem perseguidos. Visualiza-se que as interações entre a CT&I e a Logística podem se dar tanto na esfera de gestão do ciclo de vida do SMEM, quanto na implementação de novas tecnologias que podem trazer benefícios à sustentabilidade logística dos materiais.

Inicialmente, merece destacar que, para muitos materiais, estima-se que aproximadamente 70 % dos custos do ciclo de vida do SMEM estão associados ao período de utilização do sistema (FRANÇA JUNIOR; GALDINO, 2019). Portanto, a

maximização da sustentabilidade logística de um material durante o seu emprego é determinante no aperfeiçoamento do seu ciclo de vida. Contextualizando no Ciclo de Vida do SMEM do EB, pode-se inferir que a 3ª Fase – Produção, Utilização e Manutenção corresponde a esse período. Para tal, julga-se fundamental que a Logística do SMEM seja criteriosamente planejada na 1ª Fase – Formulação Conceitual e na 2ª Fase – Obtenção.

Analisando-se o Ciclo de Vida do SMEM, constatam-se diversos processos que preveem a ocorrência dessa interação e que, efetivamente, ela ocorre. No entanto, visualiza-se que, em determinados processos, não está clara como essa interação deve ocorrer, o que acaba estimulando a falta de padronização nos procedimentos, gerando, em muitas situações, dificuldades de compreensão de responsabilidades nas atuações no ciclo de vida. Por consequência, são gerados conflitos de atuação, desestimulando essa interação. Importante, portanto, identificar os processos os quais julga-se relevante que haja essa interação, procurando apresentar aqueles que são adequadamente conduzidos, assim como os que demandam melhorias. Também é oportuno identificar ferramentas adicionais que podem ser agregadas para maximizar a participação da CT&I na Logística da Força Terrestre.

6.2 REQUISITOS TÉCNICOS, LOGÍSTICOS E INDUSTRIAIS

Analisando-se o Ciclo de Vida do SMEM, percebe-se que o primeiro momento em que há uma previsão de interação do Sistema de CT&I com o Sistema Logístico se dá na Fase de Formulação Conceitual, na elaboração de documentos de definição das características do SMEM. Na realidade, nesse momento, não só essas áreas como outros órgãos interessados do EB participam, empregando o conceito de concepção integrada.

Inicialmente, cabe destacar a elaboração dos RTLI (Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais). Esse documento se constitui na primeira oportunidade de interação da CT&I com a Logística. Embora esse documento seja efetivamente elaborado, há muita dificuldade de se ter um claro entendimento da abrangência e dos objetivos desses requisitos, principalmente no que tange aos logísticos e industriais. Cabe lembrar que, até 2016, quando ainda estava em vigor as Instruções Gerais do Ciclo de Vida anteriores (IG 20-12), esse documento era denominado RTB (Requisitos Técnicos Básicos). Portanto, a abrangência dos RTLI é relativamente nova. E, na descrição do ciclo de vida vigente (IG 01-018), não há um maior detalhamento desse

documento, tão pouco há regulamentações complementares descrevendo mais acuradamente como gerar essas informações. A dificuldade de compreensão desse documento, com certeza, restringe uma primeira e importante oportunidade de interação entre a CT&I e a Logística, uma vez se esperar que essas áreas sejam as principais protagonistas na definição dos RTLI e que, com certeza, são fundamentais para guiar os próximos documentos de definição do SMEM.

6.3 PROPOSTA DE MODELO DE OBTENÇÃO

A PMO (Proposta de Modelo de Obtenção) é elaborada pelos órgãos de CT&I, com participação das áreas interessadas, visando propor o modelo de obtenção do SMEM, vale dizer, informar se o mais conveniente é que a obtenção ocorra por Aquisição e/ou PD&I.

As obtenções por PD&I serão conduzidas pelos órgãos de CT&I, bem como as obtenções por Aquisição estão previstas de serem realizadas pelos órgãos logísticos. Portanto, para a elaboração desse documento é fundamental uma forte integração entre essas 2 (duas) áreas. E, naturalmente, um dos aspectos mais relevantes a serem considerados na definição desse modelo de obtenção deve ser a sustentabilidade logística do SMEM, levando-se em consideração questões relacionadas a custo, infraestrutura de apoio e capacitação de recursos humanos para garantir essa sustentabilidade logística ao longo do ciclo de vida do material, principalmente no que tange às funções logísticas Manutenção e Suprimento.

Na medida em que se visualizem os possíveis caminhos a serem propostos dentro dos modelos de obtenção disponíveis, cabe buscar ferramentas que permitam antever os desafios logísticos que estariam por vir para cada um desses caminhos.

Importante que a CT&I assessore a Logística nesse sentido. Já nesse momento deve-se visualizar as possíveis empresas potenciais de fornecer o SMEM, inclusive para uma eventual obtenção por PD&I, de forma a antecipar os desafios relacionados à capacidade de suprimento e manutenção, principalmente se houver envolvimento de empresas estrangeiras. Deve-se procurar antever a capacidade de nacionalizar peças de reposição e, até mesmo, a produção do SMEM. Para isso, é fundamental o envolvimento da CT&I, uma vez essas atividades requererem suporte de Engenharia.

Como exemplo de ferramenta a ser empregada nessa etapa do ciclo de vida, visualiza-se que se possa apresentar estudo de maturidade logística, por meio do parâmetro LRL (*Logistic Readness Level* – Nível de Prontidão Logística), à

semelhança da metodologia de levantamento de maturidade tecnológica, a partir do parâmetro TRL (*Technology Readness Level* – Nível de Prontidão Tecnológica), que já vem sendo realizada pela AGITEC (FRANÇA JUNIOR; GALDINO, 2019).

6.4 OBTENÇÃO POR PD&I

Este processo de Obtenção é guiado por meio das orientações apresentadas na Diretriz de Implantação do Projeto de PD&I, e, a par de, em princípio, demandar maior tempo para a entrega do SMEM para utilização em virtude dos desafios inerentes à pesquisa e desenvolvimento, via de regra, tem potencial de minimizar os problemas de sustentabilidade logística do material ao longo de seu ciclo de vida, uma vez que o projeto do sistema é, usualmente, propriedade intelectual do Exército, com a efetiva participação dos órgãos de CT&I durante o seu desenvolvimento.

Por mais que o Sistema de CT&I possua órgãos de PD&I com profissionais capazes de desenvolver esse novo SMEM, é fundamental que haja, desde o início, a participação de outras instituições, preferencialmente empresas pertencentes à BID. No entanto, esse desenvolvimento poderá ser internalizado no EB, por meio de Arsenais ou da IMBEL, ou mesmo com empresas estrangeiras.

Nos casos em que se planeje obter o SMEM por intermédio de órgãos do EB, o processo de internalização do suporte logístico fica facilitado, do ponto de vista organizacional, uma vez que os Arsenais, embora pertençam ao Sis CT&I, por meio da Diretoria de Fabricação, também participam do sistema logístico por serem OM de 4º escalão, com potencial de capacitar os demais escalões de manutenção, bem como prover suprimento, fazendo uso de suas instalações fabris. Igual raciocínio vale para a IMBEL. De toda forma, esses órgãos (Arsenais ou IMBEL) devem participar do projeto desde o início para avaliar os desafios fabris e, principalmente, visualizarem as demandas de adequações de infraestrutura para se tornarem capazes de produzir esse SMEM.

Para o caso de parceria com a BID, vislumbra-se que as empresas previstas de trabalhar com os órgãos de CT&I sejam as responsáveis pela fabricação do SMEM. No entanto, o fato de uma empresa, mesmo nacional, apresentar capacidade de fabricar um produto não garante ter uma estrutura de assistência técnica que proporcione a sustentabilidade logística necessária para o ciclo de vida do SMEM. Por isso, faz-se fundamental que representantes do sistema logístico participem dessa etapa de desenvolvimento do produto para anteverem os desafios que estão por vir.

A situação é um pouco mais crítica quando a parceria é com empresas estrangeiras. Naturalmente, o fato de ser uma obtenção por PD&I minimiza o problema, uma vez que o projeto é de propriedade do EB, portanto, facilitando a possibilidade de nacionalização de componentes ou mesmo subsistemas. Deve-se lembrar que “ter o projeto de engenharia” não garante a capacidade de nacionalização. Muitas vezes, essa dificuldade está associada a existir no país empresas com capacidade de fabricar o item, principalmente nas escalas de obtenção previstas pelo Exército, usualmente baixas e que acabam por não justificar economicamente a mobilização de uma linha de produção exclusiva. Para estes casos, um possível caminho é tentar internalizar essa capacidade nos Arsenais.

Em todos esses casos, principalmente nos 2 (dois) últimos (BID ou empresa estrangeira), o sistema logístico deverá participar do processo. Visualiza-se que deveria haver um Grupo de Trabalho específico para o tema, responsável por acompanhar esse processo desde o início, com representantes do órgão logístico responsável, com a participação do Sistema de Fabricação do Sis CT&I, de forma a anteverem os aspectos relacionados às funções logísticas de Suprimento e Manutenção para todo o ciclo de vida do SMEM.

Adicionalmente, propõe-se que seja elaborado, no início da etapa, um Plano de Suprimento e Manutenção, de forma similar como já é previsto no Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais da Aeronáutica, da Força Aérea Brasileira (BRASIL, 2007), considerando todos os desafios logísticos futuros, com especial atenção à negociação da logística inicial já no contexto dos contratos de desenvolvimento e/ou produção. Aspectos que convém serem tratados nesse plano: pacote técnico do produto, fornecedores de componentes do SMEM, capacitação de pessoal, OM logísticas e fabris que deverão se envolver, necessidades de adequações de infraestruturas dessas OM e eventuais demandas de nacionalização futura de componentes.

Para o caso de parcerias com empresas estrangeiras, é oportuno estimular a montagem do SMEM no país, fazendo uso do conceito de produção CKD (Completely Knock-Down – Completamente Desmontado). Nesse conceito logístico, que teve sua origem na indústria automotiva, todas as peças que compõem um produto são encaminhadas para um montador, que é responsável pela integração completa e entrega do produto final. Essas peças são fornecidas totalmente desmontadas, cabendo ao integrador realizar a montagem peça a peça, conjunto a conjunto. Elencam-se as seguintes vantagens desse conceito:

- economia no preço unitário do produto final, se comparado ao mesmo quando comprado pronto;

- implementação da capacidade de realizar manutenção em todos os níveis, visto que a equipe que participa do processo de produção CKD passa a possuir conhecimento técnico de todos os componentes que compõem o material, bem como do seu processo de montagem;

- implementação de um suporte logístico completo, não só incluindo a capacidade de realizar manutenção, mas também de difusão de conhecimento para as diversas OM logísticas, bem como gestão da cadeia de suprimento; e

- fomentar a nacionalização do SMEM, permitindo, ao longo do tempo, o desenvolvimento de fornecedores de componentes no mercado nacional, de forma a permitir a redução incremental de dependência de fornecedores estrangeiros.

Essa forma de produção final poderia ser implementada no Sistema de Fabricação, por meio dos seus Arsenais de Guerra, que, por sua vez, já possuem *expertise* nessa área, principalmente na produção CKD de optrônicos, como atualmente, ocorre no Arsenal de Guerra do Rio na produção do Monóculo de Visão Noturna MK6 Loris.

6.5 OBTENÇÃO POR AQUISIÇÃO

A Obtenção por Aquisição é orientada pela Diretriz de Implantação do Projeto de Aquisição e, apesar de, usualmente, demandar menor tempo para a obtenção do SMEM, quando comparado com a PD&I, traz maiores desafios logísticos futuros, já que o projeto não pertence ao Exército. Quando o material possui considerável complexidade, a situação se torna mais crítica pela dificuldade de aprofundamento técnico sobre o produto, em alguns casos demonstrando ser verdadeiras “caixas pretas”.

Os processos de Obtenção por Aquisição são conduzidos pelos órgãos logísticos responsáveis, sem, em princípio, a participação do Sis CT&I, conforme previsto no ciclo de vida dos SMEM do EB. No entanto, para obtenções de sistemas com considerável complexidade e, principalmente, em uma primeira aquisição, julga-se fundamental a participação de órgãos de CT&I assessorando os órgãos logísticos na condução desse processo, principalmente na elaboração da documentação técnica constante do processo de contratação do fornecedor. Nesse contexto, devem ser considerados os seguintes aspectos:

- definição dos requisitos a serem exigidos do produto – importante lembrar que o SMEM deverá ser submetido a um processo de Avaliação e, caso esses requisitos não sejam adequadamente escriturados, poderá haver consequências não convenientes para o processo, tais como: elevado tempo de Avaliação, certificação de um produto que não atende às necessidades ou não certificação de um produto que satisfaz as demandas do EB;

- demandas de informações técnicas, logísticas e industriais do produto – após concluído o contrato de aquisição do SMEM, o EB poderá necessitar fazer intervenções técnicas no material, desde melhorias simples até submeter o mesmo a processos de Revitalização, Repotencialização e Modernização, e, sem dados dessa natureza, o Exército ficaria dependente de sempre ter que contratar esse fornecedor;

e

- eventual delineamento de Acordo de Compensação (acordo de *offset*) com transferência de tecnologia, para os casos de aquisição junto a empresas estrangeiras – a definição de cláusulas de transferência tecnologia é um grande desafio, uma vez ser questão bastante controversa e de difícil colocação em prática; para tal, é fundamental a participação de especialistas no tema para participar dessas negociações de forma a maximizar a capacidade de absorção desses conhecimentos tecnológicos.

Importante a percepção que, usualmente, as opções de SMEM “de prateleira” disponíveis a participar dos processos de aquisição não atendem efetivamente aos requisitos do Exército: por vezes não atendem alguns requisitos, e em outras oportunidades são muito superiores ao demandado nos requisitos (aumento considerável do custo). Nesses 2 (dois) casos, principalmente quando o sistema militar é de alta complexidade, algum tipo de trabalho de engenharia deverá ser realizado pelo fornecedor, sendo, portanto, importante a participação do Sis CT&I nesse processo.

Uma ferramenta usual e interessante de ser considerada para garantir a sustentabilidade logística do SMEM de maior complexidade, ao menos, no seu primeiro momento de emprego, é a celebração de contrato de SLI (Suporte Logístico Integrado). Por meio do SLI, o fornecedor ou empresa designada presta todo suporte de suprimento e manutenção dos exemplares adquiridos, por um tempo determinado, contratualmente. É uma importante forma de dar início à utilização do SMEM, internalizando conhecimentos logísticos. No entanto, para que o sistema logístico do

EB possa se preparar de forma efetiva para o momento em que seja interrompido o SLI, deve-se implantar essa capacidade por intermédio de órgãos com capacidade de maximizar a absorção desses conhecimentos. Portanto, entende-se que os suportes logísticos deveriam ser estruturados por intermédio das OM fabris do Sis CT&I, no caso os Arsenais de Guerra, subordinados à DF, por terem instalações fabris com estrutura de engenharia de produto e controle de qualidade. Neste caso, o Sistema de Fabricação prestaria assessoria técnica aos órgãos gestores do material, fazendo a interface com o fornecedor do SMEM na internalização das demandas logísticas, em particular no que tange a suprimento e manutenção, e contribuindo na consolidação do planejamento e da implementação da logística futura do SMEM em todos os escalões. Fundamental que essa definição ocorra ainda no início do processo de Obtenção, para não haver descontinuidade logística e consequente redução de disponibilidade do SMEM.

Para o caso de aquisição com empresas estrangeiras, visualiza-se que, da mesma forma como já mencionado para a obtenção por PD&I, também seja lançada mão do fornecimento do SMEM para produção CKD pelas OM fabris do Sis CT&I, proporcionando as mesmas vantagens já mencionadas anteriormente, podendo, inclusive, ser proposto em contexto de um Acordo de Compensação. Para este caso, no entanto, vislumbra-se que esse processo de montagem CKD seja implementado em fases posteriores, não antes da Avaliação do Protótipo. Um bom momento seria antes da Avaliação do Lote-Piloto. No caso de optar-se pela produção CKD, entende-se não ser necessária a contratação de SLI, porque a OM fabril designada já estaria capacitada a realizar a atividade de suprimento e manutenção no mais alto escalão, e, portanto, podendo repassar esse conhecimento para as OM logísticas dos demais escalões.

6.6 MANUTENÇÃO DO SMEM

A Manutenção está prevista como uma das etapas da 3ª Fase do Ciclo de Vida do SMEM – Produção, Utilização e Manutenção. Na realidade, constitui-se em uma atividade do ciclo de vida que ocorre ao longo de toda essa fase de utilização. É uma função logística fundamental para garantir a disponibilidade do material e, portanto, deve ser pensada desde as primeiras fases do ciclo de vida.

Conforme já descrito neste texto, há diversos caminhos para que a CT&I contribua para que essa função logística seja adequadamente conduzida ao longo do

ciclo de vida. Ressalta-se que, de toda forma, independentemente das propostas apresentadas, o Sis CT&I já faz parte desta atividade, por meio dos Arsenais de Guerra, responsáveis pela manutenção de 4º escalão, também denominada manutenção modificadora, que demanda instalações industriais e ferramentas de engenharia.

No entanto, percebe-se que, ao longo do tempo, algumas OM Logísticas, doutrinariamente previstas para realizar manutenções de escalões inferiores acabaram por também adquirir capacidades fabris compatíveis com as de Arsenais de Guerra, muitas vezes em virtude de conveniências regionais, trazendo, por um lado, um incremento em capacidade logística, mas, por outro lado, gerando algumas dificuldades de atribuições de responsabilidades.

De forma a mais adequadamente atribuir as devidas responsabilidades em termos de atribuições de manutenção dos escalões previstos, respeitando a Doutrina Logística da Força Terrestre, caberia um estudo, a ser realizado pelo Sis CT&I e o Sistema Logístico, acerca da capacidade de todas as OM Logísticas de Manutenção do EB, incluindo as OM Fabris, visando reajustar seus escalões e, até mesmo, suas denominações e subordinações. É notório que essa questão traz confusão na logística do ciclo de vida, principalmente nas primeiras fases em que se espera já a definição de como essas OM deverão participar da logística do SMEM.

6.7 REVITALIZAÇÃO, REPOTENCIALIZAÇÃO OU MODERNIZAÇÃO

Uma outra etapa do ciclo de vida do SMEM em que se entende como grande oportunidade de o Sis CT&I contribuir efetivamente com o Sistema Logístico é a correspondente aos processos de Revitalização, Repotencialização ou Modernização.

Paras esses 3 (três) possíveis caminhos, visualiza-se que a Diretoria de Fabricação deveria conduzir esses processos. Cabe salientar que se constitui em missão regulamentar da DF essa responsabilidade (BRASIL, 2005).

No caso da Revitalização, a qual se pretende realizar uma manutenção de 4º escalão no SMEM, com mínimas intervenções no projeto original, ou da Repotencialização ou da Modernização, as quais estão associadas à implementação de alterações de desempenho do produto ou atualização de componentes, usualmente obsoletos, requer-se ferramentas de engenharia, desde pessoal até instalações industriais, mesmo para o caso de eventuais contratações de empresas para tal.

Esta abordagem deve ser considerada como conveniente, inclusive, para os casos de aquisição, principalmente no exterior, de SMEM já empregados por outros Exércitos e previstos de serem fornecidos após a realização de manutenções visando trazer para o estado de “quase novo”.

Ressalta-se que, conforme já mencionado anteriormente, para a condução adequada dessa etapa, faz-se fundamental que, por ocasião da Aquisição do SMEM, sejam obtidos alguns dados técnicos de projeto que deem maior liberdade para a realização dos trabalhos. No caso de Obtenção por PD&I, este problema já não ocorre pelo fato de o projeto ser de propriedade intelectual do EB.

Portanto, os órgãos logísticos de gestão do material devem manter estreito contato com o Sis CT&I para que seja viável a condução de eventuais trabalhos de Revitalização, Repotencialização ou Modernização do SMEM.

7 INTERAÇÃO DA CT&I COM A LOGÍSTICA NO EB – TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 – MANUFATURA ADITIVA

As contribuições que a CT&I pode proporcionar à Logística Militar Terrestre em benefício do Ciclo de Vida dos SMEM vão além do aperfeiçoamento de procedimentos de gestão. Entende-se que, principalmente no contexto atual, com o constante surgimento de novas tecnologias aplicadas à área de Defesa, muitas trazendo conceitos disruptivos, a PD&I de algumas dessas evoluções tecnológicas pode permitir a melhoria dos processos logísticos do Exército, tendo, como consequência, o aperfeiçoamento do ciclo de vida dos SMEM. Neste contexto, a CT&I possui grande potencial de internalizar essas capacidades.

Dentre os diversos conceitos tecnológicos surgidos nos últimos anos e que se destacam pela capacidade de otimizar procedimentos logísticos é a Indústria 4.0.

O termo “Indústria 4.0” surgiu, pela primeira vez, na Alemanha, na Feira de Hannover, em 2012, quando foi apresentado um relatório com recomendações para sua implementação, e está associado à ideia de 4ª Revolução Industrial, que se baseia em sistemas ciber-físicos, com a previsão de emprego de várias tecnologias disruptivas, de forma sinérgica, cabendo destacar: *big data*, computação em nuvem, internet das coisas e dos serviços, inteligência artificial e manufatura aditiva (AUDRIN, 2020).

Dessas tecnologias, a manufatura aditiva se destaca pelo elevado potencial de gerar capacidades produtivas que podem se reverter positivamente no suprimento de peças de reposição, tão necessário à Logística. A manufatura aditiva, ou impressão 3D, constitui-se em um processo de produção de junção de materiais, camada por camada, de forma a gerar peças ou componentes, de forma automatizada, a partir de “máquinas de impressão 3D”, alimentadas por matérias-primas específicas. Portanto, tem a característica de fabricar peças a partir da “adição de material”, diferentemente dos processos convencionais de usinagem, que fabricam peças por meio de “subtração de material”.

Nos últimos anos, diversos setores vêm empregando essa ferramenta como meio de otimizar os processos de produção de peças de reposição para manutenção, incluindo as Forças Armadas de diversos países. O Departamento de Defesa dos EUA, antevendo esse grande potencial e ciente dos desafios logísticos que enfrenta em operações militares expedicionárias, editou a “Estratégia de Manufatura Aditiva do Departamento de Defesa” (2021), onde estimula o emprego dessa ferramenta, de forma institucional, nas Forças Armadas daquele país.

Neste contexto, visualiza-se que o Sis CT&I do EB, por meio do seu Sistema de Fabricação, em particular dos Arsenais de Guerra, fazendo uso de sua infraestrutura e *expertise* fabril, tem grande potencial em conduzir um processo de implementação do conceito de manufatura aditiva para otimizar os processos logísticos de suprimento e manutenção do Exército. Cabe mencionar que, no Exército dos EUA, os seus Arsenais já vêm realizando trabalho similar, de forma a customizar estruturas fabris de impressoras 3D para emprego em missões expedicionárias, proporcionando prontidão logística e minimizando o transporte de peças de reposição. Na Figura 2, é demonstrada uma ponte de concreto fabricada com impressora 3D.



Figura 2 – Ponte de concreto do Exército dos EUA fabricada em impressora 3D

Fonte: Department of Defense Addictive Manufacturing Strategy, 2021

No Arsenal de *Rock Island*, foi estruturado o Centro de Excelência em Manufatura Aditiva e Avançada visando estruturar potencialidades de emprego dessa tecnologia no Exército dos EUA, com especial enfoque no emprego dessa ferramenta no teatro de operações, de forma a se tornar um *hub* no estudo e desenvolvimento de capacidades de manufatura aditiva de forma a disseminá-las para as suas organizações militares logísticas (DEFENSE NEWS, 2021).

Considerando o contexto do Exército Brasileiro, visualiza-se grande potencial de se estruturar no sistema logístico um processo de fabricação de peças de reposição, de forma descentralizada, para suporte às atividades de Manutenção e Suprimento. Essa capacidade seria distribuída por organizações militares logísticas, em diversas partes do território nacional, minimizando os tempos de recebimento de suprimento de peças para a realização de manutenção e redução de custos; como consequência, proporciona-se o aumento da disponibilidade dos SMEM e, portanto, sua sustentabilidade logística. Adicionalmente, poderia ser gerada a capacidade de fabricação de peças, em missões expedicionárias, por meio de módulos móveis de impressão 3D, à semelhança do que o Exército dos EUA vem concebendo.

Além disso, vislumbra-se uma alternativa para fabricação de componentes, por engenharia reversa, ou mesmo a partir do fornecimento de desenhos/especificações por ocasião da celebração dos contratos de obtenção dos SMEM, minimizando a dependência de fornecedores privados.

Para a implementação no Exército Brasileiro, visualiza-se que os Arsenais de Guerra seriam as OM adequadas para conduzir um projeto-piloto visando sua disseminação pelas OM logísticas, uma vez que possuem estrutura fabril e de engenharia necessária para tal, com área de engenharia do produto dotada de ferramentas computacionais de engenharia (CAD/CAM/CAE), desenhistas e engenheiros, setor fabril estruturado e meios de controle de qualidade. Cabe ressaltar que, atualmente, o AGSP (Arsenal de Guerra de São Paulo) e o AGR (Arsenal de Guerra do Rio) possuem, respectivamente, 1 (uma) e 2 (duas) impressoras 3D. Na Figura 3, podem ser observadas 2 (duas) impressoras 3D do AGR, pertencentes ao Laboratório de Manufatura Avançada, que vem sendo estruturado na organização militar mencionada.

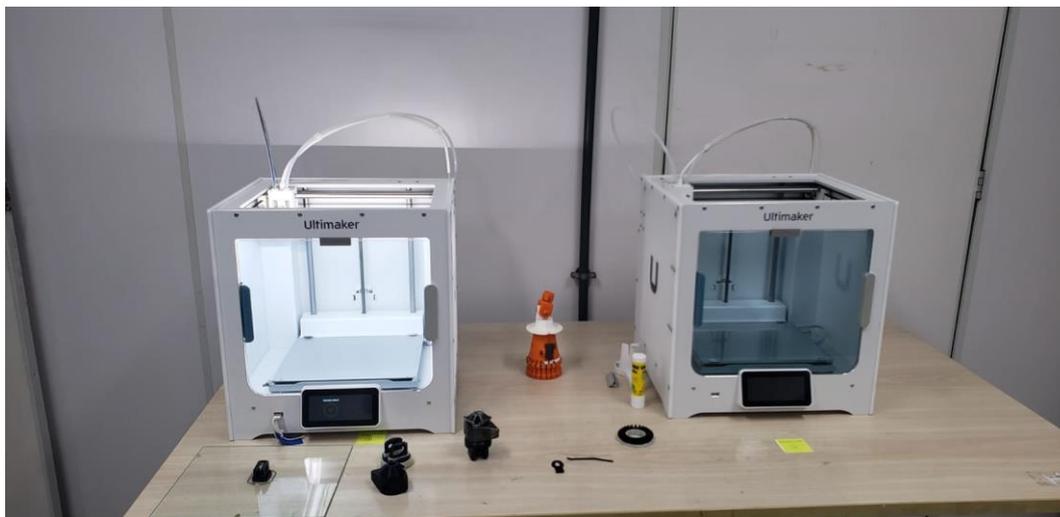


Figura 3 – Impressoras 3D do AGR (Arsenal de Guerra do Rio)

Fonte: o autor

A expectativa seria de, preliminarmente, serem adquiridas impressoras 3D de diversas capacidades e características para estudo inicial de fabricação alternativa de componentes já atualmente produzidos nos próprios Arsenais. Para tal, haveria a necessidade de estudos de engenharia, com caracterização das características dos materiais empregados originalmente e na peça a ser impressa em 3D, verificando tolerâncias dimensionais, resistência estrutural e vida útil. Considerando as possibilidades de substituição alternativas, seria, gradualmente, estimulada a aquisição de impressoras 3D por OM logísticas, de forma regionalizada, por orientação do Sistema de Fabricação. Eventuais demandas de suprimentos chegadas a essas OM seriam comunicadas aos Arsenais de Guerra que orientariam na

produção desses componentes, a partir do envio de especificações e desenhos técnicos adequados para essas organizações militares que realizariam as manutenções.

Esse estudo seria conduzido de forma gradual, começando com componentes sem função estrutural, podendo evoluir para tal. Seriam realizadas capacitações técnicas e expedidas orientações técnicas para os processos de aquisição das impressoras 3D, assim como eventuais estudos e compras centralizadas. Ressalta-se que, dependendo da capacidade, essas impressoras somente são disponíveis no exterior, e com exigência de “*end user*”. Caso, no prosseguimento desse projeto, haja a demanda de impressoras 3D com maior complexidade que demandem “*end user*” e que, por sua vez, mostre-se um dificultador para fornecimento, poderá se buscar empresas nacionais que tenham capacidade de projetar e produzir essas impressoras no país.

Vislumbra-se que esse conceito de impressão 3D de peças de reposição poderia também ser considerado no contexto de aquisições de SMEM, com previsão, em contrato, de os fornecedores disponibilizarem desenhos técnicos de determinados componentes possíveis de serem fabricados, alternativamente, por meio dessa forma de manufatura, o que facilitaria sobremaneira para a sustentabilidade logística futura.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se o exposto, percebe-se que há muitas oportunidades de o Sistema de CT&I contribuir com a Logística da Força Terrestre, aperfeiçoando o ciclo de vida dos SMEM. Para tal, faz-se fundamental buscar o incremento da interação entre esses sistemas.

No contexto deste trabalho, foram expostos vários processos do Ciclo de Vida dos SMEM do EB, previstos nas IG 01-018, nos quais as organizações militares do Sis CT&I têm elevado potencial em contribuir para a melhoria da sustentabilidade logística dos materiais, desde as primeiras etapas, na Formulação Conceitual, a partir de uma melhor estruturação de requisitos técnicos, logísticos e industriais, passando pelos processos previstos de Obtenção de SMEM, interagindo constantemente para a previsão da sua estrutura logística, bem como na condução das funções logísticas de

Suprimento e Manutenção e na condução de processos de Revitalização, Repotencialização e Modernização.

Adicionalmente, a CT&I pode proporcionar oportunidades adicionais de contribuição com a Logística, pesquisando, desenvolvendo e customizando ferramentas de novas tecnologias que vêm surgindo, valendo exemplificar as potencialidades advindas do conceito de Indústria 4.0, em particular da manufatura aditiva.

Nesse trabalho de incremento da interação entre essa 2 (duas) áreas, diversas OM do Sis CT&I, passando pela AGITEC, IME, CTEEx, CAEx têm como contribuir no aperfeiçoamento do ciclo de vida dos SMEM. No entanto, visualiza-se que o Sistema de Fabricação, tendo, à sua frente, a Diretoria de Fabricação, conduzindo seus Arsenais de Guerra subordinados, constitui-se na OM fundamental no incremento dessa interação, até porque faz parte doutrinariamente do sistema logístico do EB.

Portanto, é fundamental que o DCT e o COLOG, principais ODS do Exército Brasileiro condutores da CT&I e da Logística, respectivamente, continuem, como já vêm fazendo, apoiando as iniciativas de trabalhos conjuntos entre suas OM subordinadas para o estudo e possível implementação das oportunidades apresentadas que trariam benefícios inquestionáveis para o aperfeiçoamento do ciclo de vida dos SMEM, e conseqüentemente, da sustentabilidade logística dos SMEM empregados na Força Terrestre.

REFERÊNCIAS

BLANCHARD, Benjamin S., FABRYCKY, Wolter J. **Systems Engineering and Analysis**. 4 ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2006.

BRASIL. Aeronáutica. Portaria N° 129/GC4, de 5 de março de 2007. **Diretriz do Comandante da Aeronáutica Ciclo de Vida de Materiais e Sistemas da Aeronáutica (DCA 400-6)**. Brasília, DF, 2007.

_____. Exército. Portaria Ministerial N° 271, de 13 de junho de 1994. **IG 20-12: Modelo Administrativo do Ciclo de Vida dos Materiais de Emprego Militar**. Brasília, DF, 1994.

_____. Exército. Portaria N° 902 - Cmt Ex, de 9 de dezembro de 2005. **Regulamento da Diretoria de Fabricação (R-12)**. Brasília, DF, 2005.

_____. Exército. Portaria N° 233/EB, de 15 de março de 2016. Instruções Gerais para a Gestão do Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar (EB-10-IG-01.018). 1ª edição. **Boletim do Exército**, Brasília, DF, n. 11, de 18 de março de 2016.

_____. Exército. Portaria N° 131-COTER, de 8 de novembro de 2018. Manual de Campanha Logística Militar Terrestre EB70-MC-10.238. 1ª edição. **Boletim do Exército**, Brasília, DF, n. 50, de 14 de dezembro de 2018.

_____. Ministério da Defesa. Portaria Normativa N° 1890/MD, de 29 de dezembro de 2006. **Política de Logística de Defesa (PLD)**. 1ª edição. Brasília, DF, 2006.

_____. Ministério da Defesa. Portaria Normativa N° 40/MD, de 23 de junho de 2016. **Doutrina de Logística Militar (MD42-M-02)**. 3ª edição. Brasília, DF, 2016.

_____. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa**. Brasília, DF, 2020.

FRANÇA JUNIOR, José Adalberto; GALDINO, Juraci Ferreira; MOURA. Gestão de Sistemas de Material de Emprego Militar: O Papel dos Níveis de Prontidão Tecnológica. **Coleção Meira Matos**, v. 13, n. 47, p. 155-176, maio/ago. 2019.

GOIS, Jorge Audrin Morgado. **A Preparação do Militar Técnico ante a Entrada da Indústria 4.0 no Contexto da Defesa**. 2020. 25 f. Policy Paper (Especialização em Política, Estratégia e Alta Administração). Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2020.

USA DEPARTMENT OF DEFENSE. **Department of Defense Addictive Manufacturing Strategy**. Washington, DC, 2021.

US Army Developing Process for Using 3D Printing at Depots and in the Field. **Defense**

News. Disponível em: <https://www.defensenews.com/land/2020/02/04/us-army-developing-process-for-using-3d-printing-at-depots-and-in-the-field/>. Acesso em: 25 junho 2021.