

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC (IM) Régis Mello Nogueira

APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO E GESTÃO DO CICLO DE VIDA NOS MEIOS  
NAVAIS, AERONAVAIS E DE FUZILEIROS NAVAIS:  
A LOGÍSTICA REVERSA PARA A DESTINAÇÃO FINAL DE MUNIÇÃO INSERVÍVEL

Rio de Janeiro

2019

CC (IM) Régis Mello Nogueira

APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO E GESTÃO DO CICLO DE VIDA NOS MEIOS  
NAVAIS, AERONAVAIS E DE FUZILEIROS NAVAIS:  
A LOGÍSTICA REVERSA PARA A DESTINAÇÃO FINAL DE MUNIÇÃO INSERVÍVEL

Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso Superior.

Orientador: CMG (RM1) Marcos Luiz Portela

Rio de Janeiro  
Escola de Guerra Naval  
2019

## RESUMO

A proibição do descarte de munição por alijamento no mar, aliada à dificuldade de realizar a adequada destinação final desse tipo de material, causou um acúmulo substancial de munição inservível nos paióis no Centro de Munição da Marinha, acarretando em custos de armazenagem mais elevados e maiores riscos de explosões espontâneas, o que, por sua vez, pode provocar sérios danos ambientais e riscos à vida humana. Neste contexto, buscou-se: descrever os principais métodos de destinação de munição existentes no mundo; identificar a base legal e normativa para a aplicação da logística reversa no processo de destinação final de munição inservível; e examinar a viabilidade de revitalização de material, com vistas ao seu reaproveitamento na Marinha do Brasil. Constatou-se que os métodos convencionais de descarte de munição têm se mostrado muito nocivos ao ambiente, provocando a contaminação do ar, da água, do solo e dos lençóis freáticos. As técnicas mais modernas de desmilitarização resultam em menores níveis de poluição, mas estão associadas a maiores custos de investimento e operação. Observou-se que os documentos normativos da Marinha do Brasil carecem de atualização para que sejam alinhados à legislação federal vigente, em especial no que concerne à regulamentação de métodos de destinação de munição ambientalmente adequados, sob a ótica da sistemática de logística reversa. Verificou-se, também, que a revitalização das munições inservíveis pode contribuir para o esforço de se promover a destinação do material, ao mesmo tempo em que possibilitaria o reaproveitamento de itens na cadeia logística de munição da Marinha do Brasil, para atendimento das necessidades dos meios navais, aeronavais e de fuzileiros apoiados pelo Centro de Munição da Marinha.

Palavras-Chave: Destinação Final de Munição. Desmilitarização. Centro de Munição da Marinha. Logística Reversa. Revitalização.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AN	Administração Naval
BID	Base Industrial de Defesa
CAD/PAD	<i>Cartridge Actuated Devices/Propellant Actuated Devices</i>
CAEX	Centro de Avaliações do Exército
CBC	Companhia Brasileira de Cartuchos
CMM	Centro de Munição da Marinha
DGMM	Diretoria-Geral do Material da Marinha
DOD	Departamento de Defesa dos Estados Unidos
DSAM	Diretoria de Sistema de Armas
EMGEPRON	Empresa Gerencial de Projetos Navais
FAJCMC	Fábrica Almirante Jurandyr da Costa Müller de Campos
IATG	<i>International Ammunition Technical Guidelines</i>
IMP	Imprestável
LVAD	Laudo de Vistoria, Avaliação e Destinação
MB	Marinha do Brasil
OD	Órgão de Distribuição
OM	Organização Militar
ONU	Organização das Nações Unidas
OSCE	Organização para a Segurança e Cooperação na Europa
OT	Órgão Técnico
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PAMB-RJ	Parque de Material Bélico de Aeronáutica do Rio de Janeiro
PCE	Produtos Controlados pelo Comando do Exército
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPM	Perigoso para manuseio
SGM	Secretaria-Geral da Marinha
SINGRA	Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento
SJ	Símbolo de Jurisdição

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2 MÉTODOS DE DESTINAÇÃO DE MUNIÇÃO.....</b>	<b>8</b>
2.1 Aspectos gerais.....	8
2.2 Alijamento no mar.....	9
2.3 Descarte em aterro sanitário.....	9
2.4 Queima aberta.....	9
2.5 Detonação aberta.....	10
2.6 Queima fechada.....	11
2.7 Detonação fechada.....	12
2.8 Desmontagem.....	13
2.9 Corte por jato hidroabrasivo.....	13
2.10 Criofratura.....	14
<b>3 BASE LEGAL E NORMATIVA APLICÁVEL À LOGÍSTICA REVERSA E À DESTINAÇÃO FINAL DE MUNIÇÃO.....</b>	<b>15</b>
3.1 A Logística reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).....	15
3.2 Regulamento de produtos controlados.....	16
3.3 Diretrizes internacionais para desfazimento de munição.....	18
3.4 Documentos normativos da MB na gestão da destinação final de munição.....	18
<b>4 DESTINAÇÃO FINAL DE MUNIÇÃO INSERVÍVEL DO CENTRO DE MUNIÇÃO DA MARINHA: PANORAMA ATUAL E REVITALIZAÇÃO DE ITENS.....</b>	<b>20</b>
4.1 Composição do estoque de munição inservível.....	20
4.2 Atual panorama da destinação de munição inservível.....	21
4.3 Revitalização de itens de munição.....	23
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na gestão do ciclo de vida de um produto, a fase da destinação final, ao término da vida útil, é frequentemente negligenciada, mas pode se revelar um processo extremamente complexo, especialmente quando o produto é considerado perigoso (BRASIL, 2013; JONES, 2006). A munição inservível armazenada no Centro de Munição da Marinha (CMM) se enquadra nessa classificação. Por ser considerado material perigoso e controlado, a destinação final da munição inservível requer cuidados especiais, uma vez que o seu descarte inadequado tem potencial para acarretar sérios danos ambientais, além de oferecer riscos à segurança pública, o que torna ainda mais desafiador o processo de destinação final desses itens.

Durante muito tempo, a Marinha do Brasil (MB) adotou o alijamento no mar como o principal método para descartar grandes quantidades de munições inservíveis. Entretanto, por ser considerado ambientalmente inadequado, o procedimento foi vedado pelo Decreto nº 87.566/1982, por meio do qual o Governo Brasileiro internalizou a Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos, também conhecida como “Convenção de Londres”, de 1972 (BRASIL, 1982). Em decorrência da interrupção da prática de descarte no mar, e considerando que o fluxo de munição que se torna inservível é maior do que a capacidade orgânica da MB de promover a sua adequada destinação, houve um acúmulo gradual e substancial de material inservível armazenado nos paióis de munição do CMM.

Essa problemática ora vivenciada se reveste de alta criticidade para a Administração Naval (AN), em função dos seguintes aspectos envolvidos na acumulação de grande quantidade de material inservível: riscos de ocorrência de sinistros decorrentes da degradação dos componentes químicos existentes na munição; riscos de contaminação ambiental e conseqüente prejuízo à imagem da MB; e custos envolvidos na armazenagem do material inservível.

É importante destacar que a munição inservível é composta por materiais ativos, tais como pólvora, espoleta e estopilha, os quais não apresentam estabilidade química permanente, o que significa que sofrem um processo de degradação contínua, independentemente do fiel cumprimento dos procedimentos estabelecidos para a correta armazenagem e conservação do material (BRASIL, 2007). Sendo assim, os riscos associados de explosões espontâneas se tornam maiores com a permanência prolongada do material em estoque.

Adicionalmente, releva mencionar que o armazenamento nos paióis<sup>1</sup> de munição deve obedecer a uma carta de compatibilidade de armazenagem, o que significa que variados tipos de munições só podem ser armazenados no mesmo paiol se forem compatíveis entre si. Por essa razão, não é possível concentrar o material inservível em alguns poucos paióis de munição, o que acarreta na necessidade de distribuí-lo por vários paióis, provocando a ocupação de áreas destinadas à armazenagem de munições servíveis necessárias aos meios navais, de fuzileiros navais e aeronavais, atendidos pelo CMM, o que pode comprometer o apoio logístico desses meios.

Diante do exposto, esta pesquisa acadêmica possui os seguintes objetivos: descrever os principais métodos existentes no mundo para destinação final de munição inservível, identificar a base legal e normativa para a aplicação da logística reversa no processo de destinação final de munição inservível e examinar a possibilidade de revitalização de material, com vistas ao reaproveitamento do material no apoio logístico dos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais.

Quanto ao procedimento metodológico, esta monografia baseou-se em pesquisa bibliográfica e documental. Para atingir o objetivo de descrever métodos existentes para destinação de munição inservível, em função da particularidade do tema, foram selecionados e analisados documentos normativos, manuais e relatórios pertinentes à Organização das Nações Unidas (ONU), à Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), ao Departamento de Defesa dos EUA (DOD) e à Organização para a Segurança e Cooperação na Europa (OSCE), assim como alguns artigos acadêmicos pertinentes ao assunto. Os aspectos concernentes à sistemática de logística reversa apoiaram-se, essencialmente, na legislação federal. No âmbito da MB, foram analisados documentos normativos e orientativos relacionados à gestão do ciclo de vida de munição. Complementarmente, foi preciso coletar dados no Sistema de Informações Gerenciais do Abastecimento (SINGRA)<sup>2</sup> para extrair os dados necessários ao estudo da viabilidade de revitalização de itens.

Diante da dimensão do assunto, bem como em função dos fatores delimitadores de duração temporal e extensão do trabalho, o estudo restringiu-se aos itens de munição inservíveis pertencentes ao Símbolo de Jurisdição<sup>3</sup> (SJ) “J”, conforme discriminação constante no Anexo A do normativo da Secretaria-Geral da Marinha (SGM) denominado “SGM-201”

---

<sup>1</sup> São construções especiais destinadas à estocagem prolongada de munições e explosivos em condições ótimas de conservação e segurança (BRASIL, 2007).

<sup>2</sup> SINGRA é o sistema de informações utilizado na MB que, dentre outras funções, apoia variadas atividades gerenciais de diversos itens de suprimento, incluindo munição.

<sup>3</sup> A atribuição de SJ emprega códigos alfabéticos para agrupar de materiais de acordo com a sua natureza ou aplicação específica (BRASIL, 2009).

(BRASIL, 2009). Os demais tipos de munição da MB, pertencentes ao SJ “Z”, não fazem parte do escopo deste estudo. Além disso, cabe assinalar que será objeto de estudo somente a munição inservível armazenada no CMM. A munição inservível existente nos paióis dos Órgãos de Distribuição<sup>4</sup> (OD) regionais de munição da MB não será analisada.

Este trabalho está estruturado em outras quatro seções, além da presente introdução. A segunda seção descreve alguns dos principais métodos de destinação de munição empregados no mundo. A terceira seção identifica a base legal e normativa pertinente à logística reversa e à destinação final de munição inservível. A quarta seção apresenta o atual panorama da munição inservível existente no CMM, as iniciativas em curso sob a ótica da logística reversa e busca examinar a possibilidade da revitalização de munição inservível estocada no CMM, visando ao reaproveitamento do material na MB. Para finalizar, a quinta e última seção consiste na conclusão acerca do estudo em tela.

## **2 MÉTODOS DE DESTINAÇÃO DE MUNIÇÃO**

Esta seção apresenta os principais métodos identificados na destinação final de munição, os quais abrangem desde procedimentos mais tradicionais de simples descarte do material até processos industriais, ou não convencionais, que se apoiam em sofisticadas tecnologias para a desmontagem, desmilitarização<sup>5</sup>, destruição e reaproveitamento do material. Aspectos gerais relacionados ao processo de desfazimento desse material também são brevemente abordados nesta seção.

### **2.1 Aspectos gerais**

Os métodos de desfazimento de munição inservível se apoiam em uma variada gama de técnicas, desde simples procedimentos de descarte da munição a tecnologias industriais que se utilizam de tecnologias mecânicas, elétricas, térmicas e químicas para processar o material (HLOCH, 2011).

Diversos fatores devem ser analisados na seleção do método mais apropriado para destinação da munição inservível, dentre os quais citam-se: o tipo de munição, o estado do material, o local em que ocorrerá a destruição, a reponsabilidade pela execução (meios orgânicos ou empresa contratada), a quantidade de itens a serem destruídos, os riscos à

---

<sup>4</sup> Organizações militares de apoio regionais, responsáveis pelo armazenamento e distribuição de munição e outros tipos de suprimentos, em sua área de jurisdição.

<sup>5</sup> A desmilitarização de munição pode envolver variados processos e tem por objetivo de torná-la inútil para o seu propósito inicial (ONU, 2015)



segurança, os custos envolvidos, o impacto no meio ambiente e na saúde humana (ONU, 2015).

Adicionalmente, destaca-se que algumas munições podem exigir o emprego combinado de métodos para desmilitarização, por razões técnicas, de segurança, ambientais e de custos (NASEM, 2019, p. 41).

## 2.2 Alijamento no mar

Consiste no despejo deliberado de munição no mar, por embarcações ou aeronaves. Trata-se de um processo simples, rápido e econômico, que foi amplamente empregado por várias nações, durante o século XX, para o descarte de munição (ONU, 2019).

Naquela época, a comunidade científica acreditava que o ambiente marítimo degradaria os explosivos contidos nas munições, tornando-as seguras (WILKINSON; WATT, 2006). Contudo, a partir da “Convenção de Londres de 1972”, acerca da prevenção da poluição marinha por alijamento de resíduos, o alijamento de munição no mar passou a ser banido pelos países que a ratificaram, em vista dos potenciais impactos no ambiente marinho, e encontra-se praticamente abolido na atualidade.

## 2.3 Descarte em aterro sanitário

O depósito de munição inservível em aterros sanitários também foi tradicionalmente utilizado no século passado, por ser considerado um procedimento simples e econômico para descartar grandes quantidades de munição (ONU, 2019), similarmente ao que ocorre no processo de alijamento no mar.

Os componentes químicos tóxicos que compõe a munição, tais como metais pesados, TNT, nitroglicerina, propelentes e pirotécnicos, são danosos para o meio ambiente, conforme exposto no Manual das Boas Práticas de Munição Convencional da Organização para a Segurança e Cooperação na Europa (OSCE, 2008). Consequentemente, essa forma de descarte provoca a contaminação do solo e pode atingir os lençóis freáticos (WILKINSON; WATT, 2006; ONU, 2019). Adicionalmente, há riscos de explosões espontâneas em função da degradação de propelentes e explosivos (ONU, 2015).

Por ser indubitavelmente prejudicial ao meio ambiente e à saúde humana, o descarte de munição em aterros sanitários deixou de ser utilizado.

## 2.4 Queima aberta

A queima aberta (OB - *Open Burning*) é uma técnica de combustão intencional de munição e explosivos em ambiente aberto, portanto sem controle das chamas e gases que são lançados na atmosfera (DOD, 2017).

De acordo com ONU (2015), a queima aberta é empregada comumente no desfazimento de itens pirotécnicos e propelentes, bem como de alto explosivos a granel, desde que em pequenas quantidades, em função de riscos de que a combustão seja convertida em detonação.

Trata-se de uma forma tradicional, simples e econômica de se realizar a desmilitarização e destruição de munição (NASEM, 2019), a qual foi intensificada após a proibição do alijamento de munição no mar, conforme constatação de (WILKINSON; WATT, 2006). Durante muito tempo, a queima aberta, juntamente com a detonação aberta, foi a principal e mais econômica forma de desmilitarização de material utilizada pelo Exército dos EUA<sup>6</sup> (DOD, 2017). Contudo, é importante alertar que os custos associados de transporte até o local de destruição podem ser muito elevados, considerando que são limitadas as áreas destinadas para essa finalidade.

No que se refere à questão ambiental, a queima aberta oferece um elevado grau de poluição do ar atmosférico, do solo e pode contaminar lençóis freáticos, fatores que ensejam a necessidade de uma criteriosa avaliação dos potenciais impactos, previamente à decisão de selecioná-la como forma de destinação do material (ONU, 2015). Neste sentido, Carapic *et al* (2018) sugere a limitação do emprego deste método para destinar munição instável, quando houver a necessidade de sua destruição expedita e quando outra forma de destruição não for exequível.

Contudo, conforme assinalado pela ONU (2015), muitas vezes a queima aberta e a detonação aberta são a única opção de destruição de munição de países que não possuem acesso a tecnologias mais sofisticadas de desmilitarização do material.

## 2.5 Detonação aberta

Na detonação aberta (OD - *Open Detonation*) são empregadas pequenas quantidades de explosivos para se iniciar a detonação das munições a serem destruídas (ONU, 2019).

Esse método é considerado seguro para o pessoal diretamente envolvido na operação (NASEM, 2019; ONU, 2019) e não requer o emprego de equipamento especial, conforme aponta a ONU (2015). Entretanto, a detonação provoca grandes ondas de choque e os fragmentos podem alcançar longas distâncias, acarretando em danos nas propriedades e

---

<sup>6</sup> O Exército dos EUA é responsável pelo processo de desmilitarização de itens das Forças Armadas nesse país.

morte acidental de pessoas não envolvidas na operação (POULIN, 2010). Deve, portanto, ser deve ser coordenada e conduzida por pessoal qualificado e experiente, conforme alertado pela (ONU, 2019).

Além disso, observa-se que a detonação a céu aberto assemelha-se à queima a céu aberto em muitas características. É um processo tradicional, simples, rápido, econômico, amplamente empregado em vários países e altamente nocivo para o meio ambiente, em função dos riscos, provocados pela operação, de poluição descontrolada do solo, de lençóis freáticos e do ar.

## 2.6 Queima fechada

Neste método, a munição é termicamente processada em uma câmara fechada, normalmente um forno ou incinerador, contendo um sistema para tratamento dos gases poluentes gerados na combustão, antes da liberação dos mesmos para o ambiente externo (NASEM, 2019). Conseqüentemente, a emissão de resíduos poluentes neste processo é significativamente menor quando comparado aos gerados pela queima e detonação a céu aberto, o que torna a queima fechada mais ambientalmente aceitável.

Pela perspectiva da segurança, há, entretanto, um maior potencial de risco ao pessoal quando a munição a ser processada impõe requisitos de prévia preparação da munição a ser destruída, tais como desmontagem, redução do tamanho e remoção de componentes (NASEM, 2019). Os custos também tendem a ser naturalmente mais elevados, em função do investimento no equipamento empregado, além de maiores despesas na utilização da mão de obra para preparar o material e operar o equipamento.

Variados tipos de câmaras de combustão podem ser utilizados no processo de queima fechada, dentre os quais citam-se os principais dispositivos identificados: incineração em forno rotativo; incinerador de leito fluidizado; e forno de fundo móvel.

O forno rotativo é empregado para a incineração de propelentes a granel, alto explosivos, espoletas, munições de pequeno calibre e pirotécnicos (WILINKSON, 2006; SAS TARGETING AMMUNITION BOOK, 2006). A combustão ocorre de forma controlada em temperaturas superiores a 500 °C (ONU, 2015). Não obstante seja uma tecnologia desenvolvida na década de 1950, ainda é considerado um dos mais eficientes sistemas de destruição de munição existentes na atualidade (ONU, 2015).

O incinerador de leito fluidizado é especificamente apropriado para a incineração de resíduos de explosivos e propelentes a granel, não sendo empregado para itens de munição

completos, tampouco pirotécnicos que podem prejudicar o sistema de fluidez do incinerador, (ONU, 2015).

O forno de fundo móvel é normalmente utilizado em conjunto com o forno rotativo no processamento de componentes de munições de pequeno calibre, como detonadores e espoletas, bem como de sucatas de metal contaminadas com explosivos (ONU, 2015).

De uma forma geral, munições com calibres de até 20 mm podem ser destruídas por incineração, sem a necessidade de um pré-processamento, ao passo que munições de maior calibre devem ser submetidas a alguma técnica de pré-processamento, a não ser que sejam destruídas em uma câmara de detonação fechada (ONU, 2015).

## 2.7 Detonação fechada

A detonação controlada de munição pode ser realizada em câmaras fechadas ou confinadas, projetadas para suportar a pressão e os fragmentos do processo de detonação, com sistema de tratamento dos gases poluentes para atender a requisitos ambientais (POULIN, 2010).

Uma vantagem desta tecnologia seria a capacidade de destruir integralmente munições e seus componentes, sem a necessidade de um pré-processamento das mesmas, desde que observados requisitos de dimensões e carga de explosivos (NASEM, 2019; POULIN, 2010). As câmaras de detonação podem ser classificadas em: câmaras de detonação controladas e câmaras de detonação quentes.

Nas câmaras de detonação controladas, as detonações fechadas são iniciadas a partir da colocação de pequenas quantidades de explosivos em contato com o material a ser destruído, semelhantemente ao que ocorre na detonação aberta, e podem lidar com munições de até 155 mm (inclusive) de calibre (ONU, 2015). Por outro lado, a capacidade de processamento de munições é considerada limitada, em comparação com outras tecnologias de destruição, mas a tecnologia pode ser indicada para países que possuem reduzidos estoques de munição, o que não justificaria, portanto, o investimento em uma tecnologia de remoção de explosivos (ONU, 2015).

As câmaras de detonação quentes utilizam um processo de aquecimento externo da câmara para destruir explosivos, propelentes e munições, sem a necessidade de dispor de explosivos servíveis para iniciar o processo de destruição (ONU, 2015). A temperatura de aquecimento é da ordem de 500 °C, o que provoca, a depender do tipo de munição contido no interior da câmara, um processo de queima, deflagração ou detonação da munição inserível

(ONU, 2015; NASEM, 2019). Uma vantagem deste tipo de tecnologia refere-se ao baixo consumo de energia (ONU, 2015; WILKINSON, 2006). Os riscos à saúde e segurança do pessoal envolvido na operação do equipamento também são considerados baixos (NASEM, 2019).

Além disso, existem câmaras de detonação móveis, que podem ser facilmente transportadas, o que pode representar uma solução os altos custos e riscos associados ao transporte de munição instável (POULIN, 2010).

## 2.8 Desmontagem

A desmontagem de munição, que pode ser manual ou automática, tem a finalidade de remover e/ou desmembrar os componentes da munição, antes do processo de destruição dos componentes ativos (NASEM, 2019).

A desmontagem manual é realizada por meio do emprego de ferramentas manuais simples. Por conseguinte, o processo é lento, trabalhoso e oferece riscos à segurança do pessoal (ONU, 2015; NASEM, 2019). Em contrapartida, a desmontagem automatizada é muito mais custosa, em razão do elevado investimento no maquinário necessário à automação do processo. O investimento nessa tecnologia somente é justificado quando existe uma substancial quantidade de munição a ser desmontada (NASEM, 2019).

Técnicas de engenharia muitas vezes são empregadas na desmontagem, para realizar a separação da espoleta, cartucho, projétil, propelentes e demais componentes da munição. Segundo a OSCE (2008), o processo de engenharia reversa pode ocorrer na própria fábrica que produziu a munição, utilizando equipamentos que são aplicados na fabricação da munição, os quais devem ser adaptados para a separação da munição e operados por pessoal qualificado.

A desmontagem mecânica das munições também se vale, tradicionalmente, da utilização de diversos maquinários, tais como serra, guilhotina, prensa hidráulica e torno mecânico, o que proporciona maior produtividade, com menor emprego de mão de obra (NASEM, 2019).

## 2.9 Corte por jato hidroabrasivo

Trata-se de um processo industrial e não convencional para corte de material que emprega uma técnica de conversão de pressão extremamente elevada em um estreito fluxo de jato de água, de alta velocidade, com abrasivo. Esse processo tem o propósito de reaproveitar

a matéria prima e trazer maior proteção ao meio ambiente e ao pessoal responsável pela destinação do produto (HLOCH, 2011).

O impacto no meio ambiente é menor quando comparado aos métodos clássicos de descarte do material. A água utilizada no processo de corte pode ser reutilizada no sistema, em que pese seja necessário tratá-la eventualmente, em função da contaminação procedente do contato com os explosivos contidos na munição (NASEM, 2019).

Por envolver uma técnica de pressão de água muito elevada, o processo é considerado perigoso por natureza. Entretanto, de acordo com NASEM (2019), praticamente não há relatos de acidentes envolvendo o emprego dessa técnica de desmilitarização de munição nos EUA. NASEM (2019) acrescenta que o processo pode se tornar ainda mais seguro com o uso de automação e operação remota. Entretanto, quando comparado a algumas técnicas de desmontagem, como por exemplo o emprego de máquina serra de fita, este método tem maior custo de capital, é mais lento, menos preciso e possui baixa eficiência energética (NASEM, 2019).

## 2.10 Criofratura

Consiste no congelamento da munição em nitrogênio líquido para que seja fragmentada com o uso de uma prensa hidráulica (DOD, 2017). A fragmentação da munição torna o processamento final de destruição dos resíduos mais seguro (WILKINSON; WATT, 2006). O método é empregado na desmilitarização de munições de pequeno e médio porte que contêm alto explosivos, uma vez que desmontá-las por outro método seria difícil e custoso (NASEM, 2019). Além disso, é considerado eficaz para o processamento de itens de munição que possuem maior probabilidade de detonação durante o processo de desmilitarização (POULIN, 2010).

A criofratura costuma ser remotamente conduzida por robôs, que ficam situados atrás de paredes de proteção contra explosões, a fim de evitar a exposição do pessoal a riscos oriundos de eventual detonação da munição em processamento (NASEM, 2019). O método é muito difundido na Europa e nos EUA (OSCE, 2008; NASEM, 2019).

Algumas vantagens deste método, segundo Poulin (2010), são: a reduzida área de contaminação, que fica restrita ao local onde o processo é realizado, o que caracteriza o processo como sendo benigno para o meio ambiente; a simplicidade do sistema; a facilidade de operação; e a alta capacidade de processamento de variados tipos de munições. Por outro lado, Poulin (2010) também aponta que os custos deste processo de desmilitarização tendem a ser muito elevados, ainda que os valores de montagem sejam relativamente baixos, em função

da utilização do nitrogênio. Outras desvantagens seriam a ocasional destruição incompleta de alguns tipos de munição e a impossibilidade de desmilitarizar componentes não ferrosos (NASEM, 2019).

Por fim, pode-se afirmar, pela perspectiva ambiental, que os métodos convencionais, caracterizados pelos cinco primeiros processos descritos nesta seção, têm se mostrado muito nocivos, na medida em que liberam, diretamente no meio ambiente, a produção de resíduos e gases tóxicos, provocando a contaminação do ar, da água, do solo e dos lençóis freáticos. De uma maneira geral, os demais métodos apresentados podem ser considerados ambientalmente adequados, na medida em que provocam menores níveis de poluição. Entretanto, estão associados a maiores custos de investimento e operação.

### **3 BASE LEGAL E NORMATIVA APLICÁVEL À LOGÍSTICA REVERSA E À DESTINAÇÃO FINAL DE MUNIÇÃO**

Esta seção apresenta, inicialmente, a definição da sistemática de logística reversa, seus princípios e objetivos, sob a ótica do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Ainda sob a perspectiva da legislação nacional, o novo regulamento de produtos controlados é abordado. Adicionalmente, diretrizes internacionais da ONU acerca do assunto também sucintamente apresentados. Por fim, são identificados os principais documentos normativos vigentes na MB sobre a gestão do ciclo de vida de munição, destacando-se, em particular, os procedimentos pertinentes à destinação final de munição, ao final de sua vida útil.

#### **3.1 A Logística reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída por meio da Lei nº 12.305/2010, representa um importante marco regulatório no gerenciamento de resíduos sólidos, no estabelecimento de diretrizes a serem observadas para a destinação final ambientalmente adequada desses resíduos e na atribuição de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos aos diversos participantes da cadeia logística.

Nesse contexto, esse relevante instrumento legal estabelece a sistemática de logística reversa como ferramenta para possibilitar a restituição do material ao setor empresarial, visando ao seu reaproveitamento na cadeia produtiva ou descarte ambientalmente adequado. Logística reversa é expressa na PNRS como:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos

resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010b, Art. 3º Inciso XII).

Observa-se, na definição de logística reversa, o foco voltado para a questão da sustentabilidade ambiental, seja por sua finalidade de reaproveitamento do material restituído, como pela imposição da necessidade de destinação final ambientalmente adequada. Segundo a PNRS, essa destinação final deve ser constituída por atividades que incluem a reutilização, a reciclagem, o aproveitamento energético do material ou o descarte final que garanta a segurança à saúde pública a minimização de potenciais impactos ambientais (BRASIL, 2010b, Art. 3º Incisos VII e VIII).

Sob tal ótica de sustentabilidade, destaca-se que o PNRS, no artigo 9º, estabelece a importância de se observar a seguinte hierarquização no tipo de processamento dos resíduos sólidos: *“não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”* (BRASIL, 2010b, Art. 9º).

Cabe pontuar que a PNRS obriga, conforme estabelecido no artigo 33, que o sistema de logística reversa seja estruturado e implementado para diversos tipos de resíduos nocivos ao meio ambiente, tais como agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, lâmpadas fluorescentes e produtos eletroeletrônicos (BRASIL, 2010b). Em que pese os itens de munição não sejam abarcados pela relação constante nesse artigo, apesar de sua composição altamente prejudicial ao meio ambiente, o PNRS prevê a possibilidade de estabelecimento de um instrumento denominado “acordo setorial”, a ser firmado entre o “poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes” (BRASIL, 2010b). Esse instrumento poderia, eventualmente, ser empregado para a implementação do sistema da logística reversa para destinação final de munição.<sup>7</sup>

Entretanto, um eventual acordo setorial nesse sentido, a ser celebrado para o descarte de munição inservível possivelmente seria aplicável apenas para a destinação final de aquisições de munição posteriores à celebração do acordo, o que não solucionaria a questão da elevada quantidade de material inservível atualmente existente no CMM, que foi acumulada ao longo de vários anos, antes até mesmo da entrada em vigor do PNRS, em 2010.

### 3.2 Regulamento de produtos controlados

Outro relevante instrumento legal para esta pesquisa, recentemente promulgado, refere-se ao Decreto nº 9.493, de 05 de setembro de 2018, que aprovou o novo Regulamento

---

<sup>7</sup> Um interessante trabalho de Sarpa (2014) propõe a celebração de “acordo setorial” como solução para o problema da desmilitarização e descarte de munição da MB.



para a Fiscalização de Produtos Controlados, categoria em que se enquadra a munição armazenada nos paíóis do CMM, conforme aponta a classificação de tipos e grupos de Produtos Controlados pelo Comando do Exército (PCE), constante no Anexo II do referido Decreto (BRASIL, 2018).

Dentre algumas inovações trazidas pelo novo regulamento, que está na iminência de entrar em vigor por ocasião do desenvolvimento desta pesquisa acadêmica<sup>8</sup>, destaca-se as disposições contidas na Seção VI do Decreto, denominada “Da prestação de serviços”, que amplia o rol de atividades relacionadas a PCE do regulamento que será substituído. Uma das atividades acrescentadas no novo dispositivo, que pode contribuir para a destinação final de munição, é a prestação de serviço de “destruição”. Outros serviços discriminados nessa Seção do Decreto, de interesse para o estudo em tela, são as atividades de “manutenção” e “reparação”, na medida em que estas ações podem evitar ou reduzir a geração de munição inservível, respeitando, portanto, a hierarquização do tipo de processamento de material a ser destinado.

Sob a perspectiva da logística reversa, outra novidade do novo Regulamento de Fiscalização de PCE é o reconhecimento, no Art. 7º do Decreto nº 9.493/2018, que os serviços com PCE podem ser prestados por terceiros, o que pressupõe, no caso dos serviços acima destacados, o retorno do produto ao setor empresarial, ato característico da logística reversa, conforme visto nesta seção.

No Regulamento em processo de substituição, que foi instituído pelo Decreto nº 3.665/2000, há uma lacuna legal na possibilidade de retorno da munição ao setor empresarial para realizar atividades de processamento do material inservível. Ao discorrer sobre as normas de destruição de munição, o Capítulo II desse Regulamento estabelece as formas de destruição de munição conforme o tipo de munição e segundo requisitos eminentemente relacionados à segurança do pessoal e de instalações (BRASIL, 2000). Observa-se que essas formas de destruição discriminadas no Regulamento em substituição, que vigorou por quase vinte anos, ignoram questões ligadas ao impacto ambiental.

Em contrapartida, o novo Regulamento de PCE preenche essa lacuna e convém destacar o seu inter-relacionamento com a PNRS, na medida em que passam a ser admitidas, no novo Regulamento, as possibilidades de “reutilização” ou “reciclagem” da munição e de seus resíduos, e o mesmo aponta para a necessidade de observar a PNRS, naquilo que for pertinente (BRASIL, 2018, Art. 10).

---

<sup>8</sup> Apesar de ter sido publicado em 06 de setembro de 2018, o Decreto nº 9.493/2018 entrará em vigor trezentos e noventa dias após a data de sua publicação, conforme redação dada pelo Decreto nº 9.898, de 02 de julho de 2019.

Desse modo, pode-se dizer, portanto, que o embasamento legal para a aplicação de logística reversa especificamente para a munição inservível armazenada no CMM advém, portanto, dos aspectos citados nessa seção. A relevância do recém promulgado Decreto nº 9.493/2018 para este estudo reside, portanto, exatamente nesse ponto: a regulamentação da possibilidade de aplicação de logística reversa para destinação de munição, por meio do retorno do produto para o setor empresarial, conforme estabelecido na PNRS.

### 3.3 Diretrizes internacionais para desfazimento de munição

A ONU, por intermédio de uma norma intitulada “Diretrizes Técnicas Internacionais de Munição – IATG 10.10” (IATG - *International Ammunition Technical Guidelines*), editada em 2015, apresenta uma série de diretrizes, procedimentos, princípios e requisitos a serem observados, por seus Estados-Membros, na desmilitarização e destruição de munição convencional.

Segundo a norma supracitada, os programas de desmilitarização devem buscar a finalidade de recuperar, reciclar e reutilizar, processo conhecido como “R3”, a maior quantidade de resíduos possíveis (ONU, 2015).

Quanto aos resíduos remanescentes do processo de desmilitarização, que não podem ser aproveitados e são considerados perigosos ou especiais, a ONU sugere a contratação de empresas especializadas para realizar a destruição e/ou o descarte ambientalmente adequados. Embora essa norma não mencione explicitamente a utilização da “sistemática da logística reversa”, observam-se as características a ela inerentes nessas orientações.

Pela vertente econômica, essa diretriz internacional salienta que há uma potencial geração de receitas advinda do emprego de técnicas de desmilitarização de munição que visem o reaproveitamento de materiais, tais como sucata e resíduos de explosivos, assinalando que sempre existe demanda para o mercado de compra e venda de sucata, enquanto os explosivos podem interessar para a indústria do ramo de explosivos (ONU, 2015).

### 3.4 Documentos normativos da MB na gestão da destinação final de munição

No âmbito da MB, o documento normativo da Diretoria-Geral do Material da Marinha (DGMM), denominado “DGMM-8000 – Normas Básicas de Segurança para Munições e Explosivos”, de 2007, estabelece normas e procedimentos a serem observados na gestão do ciclo de vida de munições e explosivos da MB. O Capítulo 8 desse normativo discorre acerca dos graus de classificação da munição, de acordo com parâmetros técnicos do

seu estado de prontificação ao longo do ciclo de vida desse material e determina os procedimentos a serem observados conforme a classificação atribuída.

Particularmente sobre a destinação final de munição inservível ao final de sua vida útil, a DGMM-8000 estabelece que o material definitivamente enquadrado como “imprestável”<sup>9</sup> (IMP) ou “perigoso para manuseio”<sup>10</sup> (PPM) pode sofrer uma das seguintes destinações: “a) desativação (neutralização); b) destruição (por queima ou explosão); ou c) fundeio” (BRASIL, 2007, p. 8-3).

A desativação consiste no procedimento de desmontagem de componentes de munição que podem iniciar o processo explosivo, tais como espoleta, pirotécnicos e propelentes, conforme apresentado na segunda seção desta pesquisa acadêmica, que também descreve os demais métodos de destruição regulamentados na MB, acima relacionados – queima, explosão (ou detonação) e fundeio (ou alijamento no mar).

A DGMM-8000 acrescenta que os critérios de segurança devem nortear a seleção do método de destinação e são, muitas vezes, preponderantes em relação aos parâmetros econômicos, mas destaca que componentes inertes<sup>11</sup> decorrentes de processo de desativação de munição, podem ser vendidos como sucata, desde que haja autorização e alerta para a necessidade de que sejam rigorosamente cumpridas as normas ambientais existentes, por ocasião da queima e explosão em locais abertos (BRASIL, 2007).

Releva salientar que, não obstante esse documento normativo determine o fiel cumprimento de normas ambientais, os métodos de destinação de munição ali regulamentados são, à exceção do método de desativação, por essência, ambientalmente inadequados, conforme visto na segunda seção, cabendo reiterar que o método de alijamento de munição no mar encontra-se, na prática, banido na MB.

Adicionalmente, o documento normativo da Diretoria de Sistema de Armas da Marinha (DSAM) denominado “DSAMARINST nº 40-02” rege sobre o controle de diversos tipos de armamentos e munições da MB durante o ciclo de vida (BRASIL, 2010<sup>a</sup>). No que se refere à destinação de munição da MB, essa norma regulamenta, por meio do Inciso 13.3, os procedimentos a serem observados para recolhimento, pelas Organizações Militares (OM) utilizadoras da munição ao CMM, de resíduos de munições utilizadas ou desativadas, com

---

<sup>9</sup> Munição definitivamente proibida para utilização, em decorrência de significativa perda de desempenho e/ou falta de segurança (BRASIL, 2017).

<sup>10</sup> Munição que apresenta elevado grau de periculosidade para manuseio e armazenagem, em função da deterioração de seus componentes (BRASIL, 2017).

<sup>11</sup> Itens que não podem dar início a processo explosivo, como estojo e projétil.

vistas ao reaproveitamento de insumos pela Fábrica Almirante Jurandyr da Costa Müller de Campos (FAJCMC)<sup>12</sup> ou para evitar o descarte inadequado (BRASIL, 2010a).

Procedimentos também são estabelecidos no Inciso 14 da DSAMARINST nº 40-02 para a restituição, ao CMM, de itens de munição com prazo de validade próximo do vencimento, com vistas a possível extensão da vida útil do material (BRASIL, 2010a). Uma das formas de estender a vida útil é por intermédio de processo de revitalização, assunto que será explorado na próxima Seção.

Por fim, constata-se que a despeito de os documentos normativos do âmbito da MB abordarem procedimentos atinentes ao aproveitamento do material e à necessidade de observar as leis ambientais, observou-se que os referidos normativos carecem de atualização para que sejam alinhados à legislação federal vigente acerca do assunto, em especial no que concerne à necessidade de regulamentação de métodos de destinação de munição que sejam ambientalmente adequados, conforme estabelecido na PNRS.

#### **4 DESTINAÇÃO FINAL DE MUNIÇÃO INSERVÍVEL DO CENTRO DE MUNIÇÃO DA MARINHA: PANORAMA ATUAL E REVITALIZAÇÃO DE ITENS**

Esta seção apresenta um breve relato da composição da munição inservível existente no CMM e descreve, sucintamente, o atual panorama de destinação final dessa munição conforme métodos normatizados na MB. Também são apresentadas algumas iniciativas em curso, ainda não normatizadas internamente na MB, para destinar adequadamente a munição inservível.

Adicionalmente, em vista da finalidade prioritária de sistemática de logística reversa de buscar o reaproveitamento de material no processo de destinação final, esta seção também procura examinar a viabilidade de revitalização de munições inservíveis, com o propósito de reaproveitar o material na cadeia logística de munição da MB, para fornecimento aos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais, apoiados pelo CMM.

##### **4.1 Composição do estoque de munição inservível**

Inicialmente, destaca-se que em função da peculiaridade do objeto em estudo, a apresentação das informações acerca das munições inservíveis armazenadas no CMM omitirá

---

<sup>12</sup> De propriedade da MB, a FAJCMC produz munição, componentes de munição e prestar serviços de desmilitarização de munição.

dados de código de identificação, nomenclatura do produto e respectivos quantitativos, visando a preservar o grau de sigilo dessas informações

Por conseguinte, a apresentação das informações restringir-se-á a dados de tipos/categorias de munição existentes, conforme classificação adotada na MB para agrupamento de itens que guardam similaridade entre si.

Isto posto, de uma forma geral, os itens de munição do SJ “J”, armazenados no CMM, podem ser enquadrados nas seguintes categorias: munição portátil (letal e não letal), *Cartridge Actuated Devices (CAD) / Propellant Actuated Devices (PAD)*<sup>13</sup>, itens pirotécnicos, granadas (letal e não letal), minas terrestres, carga de demolição, carga de salva e munição para canhões navais e munição para metralhadoras.

#### 4.2 Atual panorama da destinação de munição inservível

Com a interrupção da prática de alijamento de munição no mar, houve uma significativa redução na capacidade da MB em destinar a munição inservível, uma vez que esse era o método mais utilizado para o descarte de grandes quantidades de munição, conforme abordado anteriormente.

Atualmente, a destruição controlada de munição, por queima ou detonação a céu aberto, é utilizada para variados itens de munição tais como pirotécnicos, material de demolição e munições portáteis, sendo realizada por pessoal habilitado da DSAM em área reservada para essa finalidade nas dependências do Centro de Avaliações do Exército (CAEX), localizada na Marambaia-RJ.

Os critérios para seleção do material a ser destruído por este método têm se baseado no grau de classificação de risco de detonação, mediante análise técnica efetuada pela DSAM, bem como na necessidade de liberação de área de armazenagem de paióis para recebimento de novos itens a serem estocados pelo CMM. Salienta-se, entretanto, que a capacidade de destinação por esse método é limitada, ante à grande quantidade desses tipos de munição inservível existentes no CMM.

Com relação à desativação de munição, outra forma de destinação regulamentada na DGMM-8000, observa-se que a mesma tem sido utilizada na desmilitarização de munições portáteis de menor complexidade e cargas de projeção, o que ocorre na oficina de desativação existente no CMM, por meio de pessoal tecnicamente habilitado da estrutura orgânica naquele

---

<sup>13</sup> CAD/PAD são dispositivos que operam por meio de reações pirotécnicas, amplamente empregados na aviação, por serem tipicamente utilizados em sistemas de emergência, sobrevivência e suporte da vida. São considerados, portanto, itens de alta criticidade para os meios aeronavais, podendo acarretar indisponibilidade desses meios. (BRASIL, 2017).

Centro. Ademais, uma parcela do material (ativo e inerte) oriundo do processo de desativação, é aproveitada como insumo na A FAJCMC.

Complementarmente aos métodos acima expostos, regulamentados pela DGMM-8000, a MB possui uma unidade para desmilitarização de itens de munição, em operação na FAJCMC, desde o final de 2014. A unidade, construída por meio de uma parceria entre a DSAM, a Empresa Gerencial de Projetos Navais (EMGEPRON)<sup>14</sup> e a Empresa EXPAL<sup>15</sup>, foi desenvolvida com a finalidade de reaproveitar o alto explosivo existente nas cargas de ruptura de munições, por meio de um processo de fusão a vapor.

Salienta-se, no entanto, que, embora a pioneira ativação dessa planta de desmilitarização no Brasil tenha representado um aumento na capacidade da destinação de munição inservível da MB, o processo executado no local é aplicável apenas a itens que possuem TNT fundido, que representam somente uma parcela do material inservível existente no CMM. Não são passíveis de serem desmilitarizados, nesse local, os demais tipos de munição que compõem o inventário de material inservível do CMM.

É oportuno salientar que há interessantes iniciativas, em curso na MB, para aumentar a capacidade de destinação de munição, as quais ainda não se encontram regulamentadas em documentos normativos internos pertinentes ao assunto.

Uma dessas iniciativas seria a possibilidade de destruição de munições pelo método de “queima fechada”, utilizando-se o forno específico para essa finalidade existente no Parque de Material Bélico de Aeronáutica do Rio de Janeiro (PAMB-RJ), desde que tais munições não contenham explosivos e tenham calibre de até 12,7 mm (ou 0.50 polegada).

Outra importante iniciativa em curso é a possibilidade de desmilitarização de material ativo nas dependências do estabelecimento industrial da empresa Companhia Brasileira de Cartuchos<sup>16</sup> (CBC), que fornece munições ao CMM, por meio de processos de aquisição de material. Tal iniciativa representa um avanço da MB no que concerne à aplicação sistemática de logística reversa para itens de munição, visto que essa ação de restituição da munição à CBC enquadra-se integralmente no conceito/definição da referida sistemática, sob a ótica da PNRs.

---

<sup>14</sup> Empresa pública vinculada ao Ministério da Defesa, por meio da MB, que atua no gerenciamento de projetos e na comercialização de produtos e serviços do setor naval da indústria da defesa nacional. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/emgepron/pt-br/quem-somos>. Acesso em: 10 ago. de 2019.

<sup>15</sup> Empresa espanhola com expertise internacional na desmilitarização/descarte de munições inservíveis e no reaproveitamento dos insumos para fabricação de novas munições, ou utilização em outros setores. Disponível em [https://www.maxam.net/en/expal/demilitarization\\_cod\\_and\\_ammunition\\_explosives\\_and\\_pyrotechnic](https://www.maxam.net/en/expal/demilitarization_cod_and_ammunition_explosives_and_pyrotechnic). Acesso em: 10 ago. de 2019.

<sup>16</sup> CBC - Empresa privada, integrante da Base Industrial de Defesa (BID), que fabrica e comercializa armas e munições portáteis, além de coletes balísticos, componentes e acessórios de munição.

### 4.3 Revitalização de itens de munição

A revitalização de munição consiste, basicamente, no processo de recuperação ou substituição de seus componentes, a fim de restabelecer requisitos de desempenho coerentes com a condição de início de vida útil do item de munição.

Com objetivo de se verificar a possibilidade de revitalização de munições inservíveis do CMM, visando ao reaproveitamento do material na MB, inicialmente foi extraída do banco de dados do SINGRA a posição de estoque do material inservível.

A verificação de itens potencialmente revitalizáveis baseou-se em consulta eletrônica junto às principais empresas fabricantes de munição do País que fornecem regularmente material ao CMM, por intermédio de contratos de aquisição de munição com a MB. O resultado dessa consulta indicou a existência de 51 itens distintos, ou seja, associados a códigos identificadores diferentes, potencialmente revitalizáveis, que se enquadram nas seguintes categorias de munição: itens pirotécnicos (operativos e de salvatagem) – 24 itens; granadas (letal e não letal) – 22 itens; e carga de demolição – 5 itens.

Tomando por base a posição de estoque dos itens inservíveis do CMM, verificou-se a existência de estoque para 43 itens distintos, dos 51 itens passíveis de revitalização indicados pelas empresas fabricantes.

Considerando que parte da munição inservível existente nos paióis do CMM pode não ser mais aplicável à MB ou, mesmo que continue aplicável, pode não possuir previsão de demanda corrente, a relação dos itens revitalizáveis foi confrontada com os itens constantes em processos de obtenção de munição iniciados no ano corrente, visando à reposição de estoque do CMM, partindo da premissa que tais obtenções foram definidas após criteriosa análise da determinação corrente de necessidades de munições da MB.

Novamente, a relação das necessidades de obtenção se apoiou em extração realizada diretamente do banco de dados do SINGRA. O cruzamento de dados entre a relação de itens inservíveis do CMM potencialmente revitalizáveis e a relação de necessidades correntes de munições (itens em obtenção) indicou que há necessidade de obtenção de 16 itens distintos de munição, que poderiam ser atendidos por meio da revitalização de itens inservíveis existentes em estoque no CMM, conforme a seguinte distribuição: itens pirotécnicos (operativos e de salvatagem) – 8 itens; granadas (letal e não letal) – 4 itens; e carga de demolição – 4 itens.

O confronto das quantidades em aquisição com as quantidades de itens inservíveis indica que, dos 16 itens em aquisição, 15 poderiam ser integralmente atendidos por meio da prestação de serviços de revitalização. A obtenção do único item de munição remanescente

ocorreria de forma combinada, por meio da revitalização de toda a quantidade existente do item no CMM, sendo a necessidade remanescente obtida por meio de aquisição de um novo produto.

Infere-se, por meio dessa análise em tela, que a prestação de serviços de revitalização de munições inservíveis, utilizando-se os conceitos/princípios basilares da sistemática de logística reversa, pode contribuir para o esforço de proceder a destinação final de munições inservíveis existentes no CMM, atendendo ao requisito de sustentabilidade ambiental e às necessidades de munição dos meios navais de fuzileiros navais e aeronavais, logisticamente apoiados por aquele OD.

Na hipótese de a MB prosseguir com a atividade de revitalização de munições inservíveis, é importante destacar que se faz necessária a participação efetiva da DSAM nesse processo, uma vez que esse Órgão Técnico<sup>17</sup> (OT) é responsável pela jurisdição do material de munição. Por conseguinte, caberia inicialmente à DSAM, mediante subsídios a serem obtidos junto às empresas fabricantes de munição, definir a relação de itens de munição passíveis de revitalização, mediante análise de viabilidade por meio de critérios técnico-econômicos.

Após o estabelecimento da relação de itens revitalizáveis, é indispensável o cotejamento dessa relação com a proposta de obtenção de itens de munição apresentada pelo Comando de Operações Navais<sup>18</sup> (ComOpNav), visando a assegurar que a eventual contratação de serviços de revitalização seja realizada em itens que, de fato, possuem previsão de fornecimento aos meios navais, de fuzileiros navais e aeronavais atendidos pelo CMM. Esta etapa é de extrema importância, para evitar a imobilização de recursos financeiros na revitalização de itens desnecessários à MB.

Definida a necessidade de obtenção de itens por meio da contratação de serviços de repotencialização, mais uma vez o papel da DSAM, como OT, torna-se fundamental no estabelecimento das especificações técnicas que respaldarão a elaboração do processo de contratação do serviço pela OM responsável pela fase logística “obtenção”, similarmente ao que ocorre nos processos de obtenção licitatórios para aquisição de material de munição.

## 5 CONCLUSÃO

---

<sup>17</sup> Os Órgãos Técnicos da MB possuem responsabilidade no exercício das atividades técnicas inerentes ao material de sua jurisdição (BRASIL, 2009).

<sup>18</sup> No caso de itens de munição (SJ “J”), a competência pela definição das necessidades de obtenção é atribuída ao ComOpNav.



A quantidade substancial de munição inservível existente nos paióis do Centro de Munição da Marinha, acumulada gradativamente ao longo dos anos desde a proibição de alijamento de munição, impõe muitos desafios à Administração Naval. A destinação final desse material deve ser cuidadosamente realizada, em função de sua natureza especial, devendo-se considerar que os riscos associados à permanência desse material em estoque tendem a aumentar com o passar do tempo, em função da instabilidade/degradação dos componentes da munição.

Com o propósito de buscar solucionar essa problemática, constata-se que os métodos de destinação de munição se apoiam em uma variada gama de técnicas, desde procedimentos tradicionais de destinação de material a técnicas industriais de desmilitarização. A MB emprega, majoritariamente, os métodos tradicionais, por meio da utilização de sua estrutura orgânica para tal finalidade. Tais métodos, entretanto, são considerados nocivos ao meio ambiente, pois provocam a contaminação do ar, da água, do solo e dos lençóis freáticos.

Além disso, pode-se afirmar, de maneira geral, que há um *tradeoff* entre a redução da emissão de poluentes e os custos no emprego de tecnologias alternativas aos tradicionais métodos de descarte de munição. Se por um lado, o emprego de modernas técnicas de desmilitarização resulta em menores níveis de poluição, o que as caracteriza como ambientalmente adequadas, por outro lado essas técnicas geram aumento nos custos de investimento e de operação.

Na identificação da base legal e normativa aplicável ao assunto, destaca-se a legislação federal vigente aplicável ao gerenciamento de descarte de produtos, notadamente a PNRS, que visa, dentre outros objetivos, mitigar o descarte inadequado de resíduos ao final da vida útil, por meio da sistemática de logística reversa. Carecem de atualização os documentos normativos internos da MB pertinentes à gestão do ciclo de vida de munição, visto que regulamentam alguns métodos considerados vedados/inadequados, sob a perspectiva ambiental. Sugere-se a atualização dos referidos documentos normativos da MB, para adequá-los à PNRS, estabelecendo metodologia que incorpore os princípios basilares da sistemática de logística reversa, com vistas, prioritariamente, à implementação de processos de desmilitarização de munição que propiciem o reaproveitamento do material ou o seu descarte ambientalmente adequado.

Nesse contexto, entende-se ser viável prosseguir com a possibilidade de revitalização de munição, à luz da análise realizada nesta pesquisa acadêmica, que apontou a existência munição de inservível potencialmente revitalizável, que poderia ser reaproveitada

na cadeia logística de munição da MB para atender às necessidades correntes do material. A contratação de serviços de revitalização se apresenta como uma medida interessante que pode contribuir para a solução da problemática desta pesquisa, ao mesmo tempo desoneraria a estrutura orgânica da MB (em especial do CMM e da DSAM) da incumbência de realizar a destinação desses itens, que retornariam revitalizados para a cadeia logística de munição da MB, para serem utilizados pelos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais.

Entretanto, para implantação da medida de forma sistematizada, faz-se necessária uma investigação mais aprofundada do assunto, por meio de um estudo da DSAM, na qualidade de Órgão Técnico, com base em parâmetros técnico-econômicos e subsídios junto aos fabricantes de munição. Pode-se afirmar que essa forma de obtenção, por meio de prestação de serviços de revitalização de material, representa uma quebra de paradigma na MB, visto que a sistemática de obtenção de suprimentos da MB é desenhada para a aquisição de novos materiais.

Considerando o atual panorama de destinação de munição e as capacidades orgânicas da MB, mesmo que a revitalização de itens seja implementada com sucesso, a problemática não seria integralmente solucionada. Em que pese a atual conjuntura de severas restrições orçamentárias, é necessário buscar alternativas aos métodos convencionais de destruição de munição utilizados pela MB.

Nesse contexto, considerando que as demais Forças Singulares possivelmente também enfrentam dificuldades em realizar a destinação final ambientalmente adequada de munição, sugere-se como proposta de estudo futuro que seja examinada a possibilidade de integração das estruturas logísticas das Forças Armadas, por meio da interoperabilidade, visando à utilização de eventuais capacidades de desmilitarização ociosas e à redução de custos de desmilitarização de munição.

Por fim, ressalta-se, a importância de empregar uma abordagem sistêmica na gestão do ciclo de vida de munição, com o propósito de contemplar todas as fases do produto, notadamente, a fase da destinação final, visto que esta impõe inúmeros desafios em função das peculiaridades desse item de suprimento, de caráter estratégico por natureza, imprescindível para o cumprimento da missão institucional imposta à MB.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto nº 87.566 de 16 de setembro de 1982.** Promulga o texto da convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, concluída em Londres, a 29 de dezembro de 1972. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/1980-1984/D87566.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1980-1984/D87566.htm). Acesso em: 31 mar. 2019.

BRASIL. **Decreto n. 3.665 de 20 de novembro de 2000.** Dá nova redação ao Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados (R-105). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 21 nov. 2000. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3665.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3665.htm). Acesso em: 03 ago. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 9.493 de 05 de setembro de 2018.** Aprova o Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 06 set. 2018. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9493.htm#art2](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9493.htm#art2). Acesso em: 03 ago. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 9.898 de 02 de julho de 2019.** Altera o Decreto nº 9.493, de 5 de setembro de 2018, que aprova o Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 02 jul. 2019. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9898.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9898.htm#art1). Acesso em: 03 ago. 2019.

BRASIL. Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha. **DSAMARINST nº 40-02C:** controle do material símbolo de jurisdição A, D, J e Z. Rio de Janeiro, 2010a.

BRASIL. Diretoria-Geral do Material da Marinha. **DGMM-0130:** manual do Apoio Logístico Integrado. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Diretoria-Geral do Material da Marinha. **DGMM-4011:** glossário de sistemas de armas. Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. Diretoria-Geral do Material da Marinha. **DGMM-8000:** normas básicas de segurança para munições e explosivos. Rev.1. Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 2 dezembro de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 31 mar. 2019. 2010b.

BRASIL. Secretaria-Geral da Marinha. **SGM-201**: normas para execução de abastecimento. Rev. 6, Mod. 5. Brasília, 2009.

CARAPIC, Jovana et al. **A Practical Guide to Life-cycle Management of Ammunition**. Small Arms Survey, 2018.

EMGEPRON. **EMGEPRON: quem somos**, 2019. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/emgepron/pt-br/quem-somos>. Acesso em: 10 ago. de 2019.

EUA. Department of Defense (DOD). Report: **The Army Demilitarization Program. Report No. DODIG-2018-052**. December 19, 2017. Disponível em: <https://media.defense.gov/2017/Dec/21/2001860132/-1/-1/1/DODIG-2018-052.PDF>. Acesso em: 31 mar. 2019.

HLOCH, Sergej et al. Using waterjet in reverse logistic operations in discarded munitions processing. **Tehnicki Vjesnik**, v. 18, n. 2, p. 267-271, 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/793f/b9b48a80019753c1b059c4a2bcc02efd0ffe.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2019.

JONES, James V. **Integrated logistics support handbook** (3rd ed.). New York, NY: Sole Logistics Press/McGraw-Hill, 2006.

MAXAM. **Maxam Beyond Performance: Demilitarization. EOD and ammunition, explosives, and pyrotechnic Disposal & Recovery**, 2019. Disponível em: [https://www.maxam.net/en/expal/demilitarization\\_eod\\_and\\_ammunition\\_explosives\\_and\\_pyrotechnic](https://www.maxam.net/en/expal/demilitarization_eod_and_ammunition_explosives_and_pyrotechnic). Acesso em: 10 ago. de 2019.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM). **Alternatives for the Demilitarization of Conventional Munitions**. Washington, DC: The National Academies Press, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.17226/25140>. Acesso em: 04 jul. 2019.

ORGANIZATION FOR SECURITY AND COOPERATION IN EUROPE (OSCE). **Handbook of Best Practices on Conventional Ammunition**. Viena: OSCE, June 2008. Disponível em: <https://www.osce.org/fsc/33371?download=true>. Acesso em: 04 jul. 2019.

POULIN, Isabelle. **Literature Review on Demilitarization of Munitions: Document Prepared for the RIGHTTRAC Technology Demonstration Project**. Defence Research and Development Canada -Valcartier, Quebec, November 2010. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a587546.pdf>. Acesso em 04 jul. 2019.

SARPA, Roberto. **Terceirização do Apoio Logístico: Aplicação da Logística Reversa na Desmilitarização dos PRODE da MB.** Tese apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para conclusão do Doutorado em Ciências Navais, Escola de Guerra Naval. Rio de Janeiro, 2014.

UNITED NATIONS (ONU). **Critical Path Guide to the International Ammunition Technical Guidelines.** New York: United Nations, March 2019. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/unoda-web/wp-content/uploads/2019/03/Critical-Path-Guide-to-the-IATG-web.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2019.

UNITED NATIONS (ONU). **International Ammunition Technical Guideline. IATG 10.10. Demilitarization and Destruction of Conventional Ammunition. Second edition.** New York: United Nations, February 1, 2015. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/unoda-web/wp-content/uploads/2019/05/IATG-10.10-Demilitarization-and-Destruction-V.2.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2019.

WILKINSON, Josh; WATT, Duncan; HEADQUARTERS, N. A. T. O. Review of demilitarisation and disposal techniques for munitions and related materials. **MSIAC/NATO/PfP Editor, Report L-118**, 2006. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.451.9301&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 04 jul. 2019.